L 5669 F

grkg

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

verlag modernes lernen
P.O.B. 100 555
D - 4600 Dortmund 1

Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaft versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. - Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezogenen Pädagogik und Literaturwissenschaft. -

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan natursciencon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kultursciencaj metodoj. Apartenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri „artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. - Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboraĵoj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj. -

Cybernetics of Social Systems comprises all those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics), *aesthetics of information* and *cybernetic educational theory*, *cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics*. - In addition to its principal areas of interest, the GrKG/HUMANKYBERNETIK offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics*, *cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intélligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe - par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire - également des trois autres champs de la science cybernétique: la biocybernétique, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concernent la cybernétique.

ISSN 0723-4899

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft L 5669 F

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines



HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire

Band 31 * Heft 3 * Sept. 1990



verlag modernes lernen - Dortmund

Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT (GrKG/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie sind z.Zt. offizielles Organ folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

Institut für Kybernetik Berlin e.V. (Direktor: Prof. Dr. Uwe LEHNERT, Freie Universität Berlin)

TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko (prezidanto: Prof. Inĝ. Aureliano CASALI, Instituto pri Kibernetiko San Marino; Generala Sekretario: d-ro Dan MAXWELL, BSO Utrecht)

La AKADEMIO INTERNACIA DE LA SCIENCOJ San Marino publikigadas siajn oficialajn sciigojn komplete en GrKG/Humankybernetik.

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines



Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire

Band 31 * Heft 3 * Sept. 1990


verlag modernes lernen - Dortmund

Verlag und Anzeigenverwaltung | Eldonejo kaj anoncadministrejo | Publisher and advertisement administrator | Edition et administration des annonces

verlag modernes lernen - Dortmund Borgmann KG

Ein Unternehmen der InterService BORGMANN® - Gruppe

P.O.B. 100 555 · Hohe Straße 39 · 4600 Dortmund 1 · Tel. 0049 0 231 / 12 80 08
Telex: 17 231 329 intérS · Teletex 231 329 · FAX 02 31 / 12 56 40

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember) Redaktionsschluß: 1.des Vormonats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1.Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z.Zt. gültige Anzeigenpreisliste: Nr. 4 vom 1.1.1985.
La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝadas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la 1-a de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redaktejo, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Validas momente la anoncprezlisto 4 de 1985-01-01.
This journal appears quarterly (every March, June, September and December). Editorial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set out on the third cover page) to the editorial board, subsription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements: List no. 4 dated 1-1-85.
La revue apparait trimestriel (en mars, juin, septembre, decembre). Date limite pour la redaction: le 1e du mois precedent. - L'abonnement se continuera chaque fois par une annee, a condition que n'arrive pas le 1e de decembre au plus tard une revocation. - Veuillez envoyer, s.v.pl., des Manuscripts (suivant les indications sur la troisieme page de la couverture) a l'adresse de la redaction, des abonnements et des commandes d'anonces a celle de l'edition. - Au moment est en vigueur le tarif des anonces no. 4 du 1985-01-01.

Bezugspreis: Einzelheft 18,-DM, Jahresabonnement 72,-DM inkl. MWSt. und Versandkosten, Ausland 76,-DM

Druck: Reike Offset- und Siebdruck GmbH, D-4790 Paderborn-Wewer

grkg / Humankybernetik
Band 31 · Heft 3 (1990)
verlag modernes lernen

Fortführung der Formaldidaktiken: SEQUO-VERBAL

von Miloš LÁNSKÝ, Paderborn (D)

aus der Universität-Gesamthochschule Paderborn

1. Einleitung

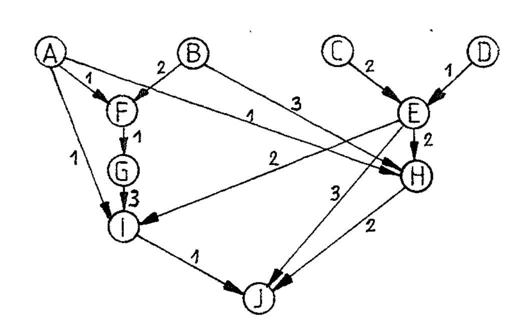
Das kybernetisch-pädagogische Werkstattgespräch 1990 0-03-29/31 in Paderborn versuchte, unter dem Thema "Bildungskybernetik- Transfer durch ein Vierteljahrhundert" das Problem anzugehen, "welche Eier, die von 1962-1972 gelegt wurden, es sich lohnt, in den neunziger Jahren auszubrüten ?". Ein besonderer Anlaß war der Besuch einiger Prager Wissenschaftler, die bei den Anfängen der kybernetischen Pädagogik "tschechischer Prägung" im o.a. Zeitraum maßgeblich mitgewirkt haben. Das hier zu behandelnde "Ei" trägt die Abkürzung SEQUO-VERBAL (SEQUAL ≡ SEQUenzierungs-ALgorithmus; VERBAL ≡ VERteilung-von-Begriffen-ALgorithmus). Im Jahre 1966 hat FRANK (Frank,1966) die Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren erörtert, die als theoretische Basis für die nachfolgenden Formaldidaktiken ALZUDI, COGENDI anzusehen sind. Die Grundidee der Formaldidaktiken besteht darin, daß man im sechsdimensionalen Raum, bestehend prototypisch aus den Variablen P(Psychostruktur), S(Soziostruktur), M(Medium), Z(Ziel), L(Lehrstoff), LAMBDA(Lehralgorithmus) eine Abhängigkeit annimmt, die es erlaubt, Algorithmen zu finden, die LAMBDA als Funktion von den restlichen fünf Variablen berechnen. Mit Hilfe solcher Algorithmen können dann Lehrprogramme direkt vom Computer erzeugt werden. Im Rahmen dieser Gedankenrichtung wurde auf Anregung von A.Holzer (Wien) zu Ende der sechziger Jahre in Prag und anschließend in Linz die Methode SEQUO-VERBAL entwickelt (Lánský,1970a), die nur halbalgorithmisch vorgeht, aber die Behandlung von kognitiven Lehrstoffen mit hoher begrifflicher Interdependenz erlaubt. Die Methode liefert dann nicht das Lehrprogramm, sondern nur seine Makrostruktur mit inhaltlichen Angaben - die Ausformulierung der Lehrschritte wird dem menschlichen Lehrprogrammierer belassen. Die Methode wurde in den siebziger Jahren eingesetzt, getestet und modifiziert (Lánský, 1970b,c,d, 1971,1972a,b,1973) unter besonderer Mitwirkung von W.Kerndl. In den letzten Jahren haben wir infolge des steigenden Interesses an diesem Thema das System SEQUO-VERBAL für PC's angepaßt, interaktiv ausgestattet und das Lernmodell VERBAL durch ein vereinfachtes Lernmodell CONSMOD(CONServative MODel of learning ≡ konservatives Lernmodell) ersetzt (Lánský,1989a,b). Neben der Darstellung von SEQUAL soll hier das konservative Lernmodell CONSMOD in leichter Modifikation von LÁNSKÝ (Lánský,1989b) als eine Perspektive zum Ausbrüten vom "Ei" VERBAL für die neunziger

Jahre kurz vorgestellt werden. Das System besteht aus einer statischen (SEQUAL) und einer dynamischen Komponente (CONSMOD).

2. *Statische Komponente*

Wir bedienen uns einer Darstellung der statischen Komponente mit Hilfe von geordneten gerichteten Graphen G = (N,E,*g*). Die Knotenmenge N wird hier abgebildet in die Menge N* mit der Graphenfunktion g:N→N*. Ist $g(n) = w \in N^*$ das zu n zugeordnete Wort $w = n_1 n_2 .. n_k$, dann werden $\{(n_1,n),(n_2,n),..(n_k,n)\}$ als die in den Knoten n eingehenden Kanten interpretiert, die man in dieser Reihenfolge mit 1,2,..,k beschriften kann. Ist das Wort w = "" leer, ist auch die Menge der eingehenden Kanten leer. Die Kantenmenge E ist dann die Vereinigung aller in n eingehenden Kanten für alle n ∈ N. Jede Instanz der Graphenfunktion g kann also als eine Liste (n n_1 n_2 .. n_k) dargestellt werden und der gesamte Graph als Menge von solchen Listen. Wir benutzen nun die Knotenmenge N als Menge von *Begriffsnamen*. Die Begriffe, die den Namen n haben, werden als *Begriffsskelette* (n | ($n_1 n_2 .. n_k$)) mit n als Namen und $n_1,n_2,..,n_k$ als Stützbegriffen von n dargestellt. Die *Begriffe* sind also Instanzen von g und definieren einen Graphen G im o.g. Sinn. Betrachten wir ein Beispiel:Man zerlegt einen Basaltext in 10 Textstücke, genannt A-text, B-text, .. J-text, und versucht, jedes Textstück im Hinblick auf seine Erklärungsstruktur zu analysieren. Die semantische Einheit, die vom Menschen dem jeweiligen Textstück zugeordnet werden soll, heißt *Explanation*. Jede Explanation besteht aus *Explanandum* (was soll erklärt werden) und *Explanans* (womit soll es erklärt werden). Eine stenographische Darstellung von Explanandum ist der Begriffsname, von Explanans die Liste seiner Stützbegriffe. Die gesamte Explanation wird also notationell reduziert auf ein Begriffsskelett. Mit Hilfe von SEQUAL werden in unserem Beispiel interaktiv folgende Instanzen des Prädikats "text-skeleton" in die Wissensbasis aufgenommen:

(J-text text-skeleton(J I H E))
(I-text text-skeleton(I A E G))
(H-text text-skeleton(H A E B))
(G-text text-skeleton(G F))
(F-text text-skeleton(F A B))
(E-text text-skeleton(E D C))
(() text-skeleton(D))
(() text-skeleton(C))
(() text-skeleton(B))
(() text-skeleton(A))



Dabei bezeichnet das Prädikat "text-skeleton" die zweistellige Relation zwischen den Textstücken und den entsprechenden Begriffsskeletten. Der Graph, der durch die Begriffsskelette definiert wird, wird im Bild 1 dargestellt. SEQUAL kontrolliert weiter interaktiv die *Vollständigkeit*, *Eindeutigkeit* und *Kreisfreiheit* dieser Struktur. Sind diese Eigenschaften erfüllt, wird die *Liste der Begriffsskelette*

((J I H E)(I A E G)(H A E B)(G F)(F A B) (E D C)(D)(C)(B)(A))

sortiert nach "natürlicher" Ordnung. Die *natürliche Ordnung* verlangt, daß eine Folge

von Begriffsskeletten nur dann mit einem neuen Skelett fortgesetzt werden darf, falls alle Stützbegriffe des neuen Skeletts als Explananda irgendwelcher Skelette in der Folge erscheinen. Populär gesagt, die Begriffe, die zur Erklärung eines neuen Begriffs verwendet werden, sollen entweder allgemein bekannt sein (*Startbegriffe*) oder vorher erklärt werden. Verschiedene Sortierungsvorgänge führen allerdings i.a. zu verschiedenen Ergebnissen. Hier ist das Ergebnis einer solchen Sortierung:

((A)(B)(C)(D)(E D C)(F A B)(G F)(H A E B)(I A E G) (J I H E)).

Durch Aufteilung der Begriffsskelette bekommen wir die entsprechende *Liste von Begriffsnamen* (Explananda)

(A B C D E F G H I J)

und die *Liste der Stützbegriffslisten* (≈ Explanantes)

(() () () () (D C) (A B) (F) (A E B) (A E G) (I H E)).

3. *Dynamische Komponente*

Die Grundidee für den Entwurf der Makrostruktur eines Lehralgorithmus besteht darin, daß man den angestrebten Lernprozeß eines potentiellen Lerners mit Hilfe eines vereinfachten Lernmodells simuliert, wobei aus möglichen Lösungen die "optimale" vorgeschlagen wird. Im Falle des konservativen Lernmodells geht man davon aus, daß jeder Knoten im Begriffsnetz mit einer rellen Zahl zwischen 0 und 1 belegt wird, die man als *Einprägungsstärke* interpretiert. Mit der Belegung des Graphen mit den Einprägungsstärken wird der *Lernzustand* definiert. Das Lernen besteht aus einer Folge von *Lernakten*, die jeweils die Übergänge zwischen den Zuständen bewirken, wobei die konservative Eigenschaft verlangt, daß jede Erhöhung der Einprägungsstärke eines Begriffs nur auf Kosten der Einprägungsstärken seiner Stützbegriffe erfolgen kann; somit bleibt die Gesamtsumme der Einprägungsstärken während des gesamten Lernprozesses erhalten. Dieser Umgewichtungsprozeß fängt in einem geschätzten *Anfangszustand* an und endet in endlich vielen Schritten in einem *Endzustand*, der die Eigenschaften des gesetzten *Zielzustands* erfüllt. Die Folge der Lernakte, die vom Rechner mit CONSMOD berechnet wird, soll als Entwurf der Makrostruktur eines Lehrprogramms benutzt werden. Im Modell wird also jedem Knoten a des Netzes im diskreten Zeitpunkt t ($t = 0,1,2,..$) die Einprägungsstärke $s(a,t)$ zugeordnet, die die Werte aus dem Intervall $\langle 0,1 \rangle$ annimmt.

Der Knotenliste entspricht also in jedem Zeitpunkt t die Liste der jeweiligen Einprägungsstärken, die den Zustand repräsentiert. Ein Lernakt im Zeitpunkt t manipuliert immer nur die Einprägungsstärken der Begriffe in einem Begriffsskelett. So wird in $a = (a_0\ a_1\ a_2 \ldots a_k)$ die Einprägungsstärke von a_0 erhöht (Lernen) und die Einprägungsstärken von $a_1,...,a_k$ vermindert (Verlernen). Die Einprägungstärken der Begriffe, die nicht in dem aktuellen Skelett enthalten sind, bleiben unverändert. Mit Hilfe einer Summenfunktion für $a = (a_0\ a_1 ... a_k)$ und t

$s(a,t) = s(a_0,t) + s(a_1,t) + ... + s(a_k,t)$,

definieren wir q als Quotient des Verlernens:

$q = s(a,t)/(1\text{-}2*s(a_0,t) + s(a,t))$.

Der Übergang vom Zustand $s(a,t)$ in den Zustand $s(a,t+1)$ unter Einwirkung des Lernaktes auf $a = (a_0\ a_1 ... a_k)$ ist komponentenweise gegeben durch die Formeln

$s(a_0,t+1) = q + (1\text{-}q)*s(a_0,t)$,

$s(a_i,t+1) = q*s(a_i,t)$ für $i = 1,...,k$.

Version 1.2,1985), in der CONSMOD verfaßt wurde, sowie ein Anwendungsbeispiel aus höherer Mathematik findet man in (Lánský,1989a).

Man kann leicht beweisen, da für $s(a_j,t) \in \langle 0,1 \rangle$ und $j = 0,1,...,k$ gilt

(i) $q \in \langle 0,1 \rangle$ (Quotient des Verlernens)
(ii) $s(a_0,t) \leq s(a_0,t+1) \leq 1$ (Lernen)
(iii) $0 \leq s(a_i,t+1) \leq s(a_i,t)$ für $i = 1,...,k$ (Verlernen)
(iv) $s(a,t+1) = s(a,t)$ (Erhaltungsgesetz).

Ist $(c_1 \dots c_n)$ die Liste aller Begriffe im Netz G und $S(t) = (s(c_1,t) \dots s(c_n,t))$ der Zustand des Netzes im Zeitpunkt t, dann bezeichnen wir $S(0) = (s_0(c_1) \dots s_0(c_n))$ als Anfangszustand und $S\Omega = (s\Omega(c_1) \dots s\Omega(c_n))$ als Zielzustand bei irgendeiner Wahl der 2*n reellen Koordinatenwerte. Die "optimale" Folge der Lernakte erfolgt nach dem Prinzip, daß in jedem Zeitpunkt t genau das erste Begriffsskelett aus der Liste gelernt werden soll, dessen Einprägungsstärke unter das Zielniveau (z.B. infolge des Verlernens) gesunken ist. Dieses bewirkt die Funktion "act", die jedem Zustand $S(t)$ einen Begriff aus $(c_1 \dots c_n)$ nach der Formel
$act(S(t)) = c_{m0}$ für $m_0 = \min(M)$ bei $M = \{m : s(c_m,t) < s\Omega(c_m)\}$
zuordnet. Ist M nicht leer, dann soll c_{m0} den Übergang von $S(t)$ nach $S(t+1)$ aktivieren. Die Folge von Übergängen wird gestoppt, falls $M = \{\}$. Dann setzen wir auch $t = t\Omega$. Allerdings müssen noch einige weitere Bedingungen für die Anfangs- und Zielzustände erfüllt werden, damit diese Prozedur anläuft und in endlich vielen Schritten abbricht. Statt diese Bedingungen weiter zu untersuchen, zeigen wir anhand unserer Beispielstruktur, wie eine Berechnung mit CONSMOD aussieht. Für unsere Begriffsliste
(A B C D E F G H I J)
wählen wir den Anfangszustand
$S(0) = (1\ 1\ 1\ 1\ 0.5\ 0.4\ 0.3\ 0.6\ 0.7\ 0)$
und den Zielzustand
$S\Omega = (0.2\ 0.2\ 0.2\ 0.2\ 0.7\ 0.7\ 0.7\ 0.7\ 0.7\ 0.9))$.
Die Berechnung mit dem CONSMOD Algorithmus liefert dann eine Liste von Zuständen (S(0),...,S(12)), die eine Folge von Explanationen (≈ Begriffsskeletten) aktiviert haben, die man mit den Begriffsnamen konsekutiv folgendermaßen bezeichnen kann:
(F F, G, F, G, F, H, J, E, H, I, E, J).
Diese Sequenz kann als Makrostruktur eines Lehrprogramms (mit Wiederholungen) benutzt werden. Bei der didaktischen Implementation der Mikrostruktur können allerdings die wiederholten Marken mit jeweils modifiziertem Inhalt realisiert werden. Bei der Variation der Anfangs- und Endbedingungen bekommt man verschiedene Abfolgen, durch deren Kombination man auch die Makrostruktur eines Verzweigten Lehrprogramms konstruieren kann. Für $t\Omega = 12$ berechnet CONSMOD den Endzustand
$S(12) = (0.2\ 0.3\ 0.5\ 0.5\ 0.8\ 0.9\ 0.7\ 0.8\ 0.8 \approx 1)$,
in dem der Algorithmus hält. Man beachte, daß S(12) in allen Komponenten die Werte von $S\Omega$ überschritten hat und daß das Erhaltungsgesetz gilt:
$\sum S(12) = \sum S(0) = 6.5$
Eine genauere Beschreibung dieses Modells mit Hilfe der logischen Programmiersprache PROLOG (SIMPLE Umgebung von LPA micro-PROLOG professional,

Schrifttum

FRANK, H.: Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren In: Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht IV., Klett und Oldenbourg, Stuttgart und München, 1966
LÁNSKÝ, M.: VERBAL - Entwurf eines Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Verteilung von Explanationen im Lehrprogramm. In: Rollett,B./ Weltner Kl. (Hrsg): Perspektiven des Programmierten Unterrichts, Wien 1970a, S. 66 ff.
LÁNSKÝ, M.: VERBAL - an Algorithm which determines the optimal Distribution of Explanations in a Teaching Programme. In: RECALL-Review of Educational Cybernetics and Applied Linguistics 1, 1970,b,4/5, S. 141 ff.
LÁNSKÝ, M.: Primeiras experiencias com o metodo de programacao "VERBAL" (Erste Erfahrungen mit der Programmiermethode VERBAL). In: Becker-Frank,S.W. (Hrsg): Instrucao Programada e Pedagogia Cibernetica, Salvador-Bahia-Brasil 1970c, S. 149 ff.
LÁNSKÝ, M.: The VERBAL model of learning. In: 6.Int.Congress of Cybernetics, Namur, Belgien 1970d, S.919-929
LÁNSKÝ, M.: Weiterentwicklung der Methode VERBAL - Methodische Hinweise für die Vorbereitung des Lehrstoffes. In: Rollett, B./ Weltner, Kl.(Hrsg): Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie, Ehrenwirth, München, 1971, S.246-251 LÁNSKY, M.: Eine Modifikation des Lernmodells "VERBAL" unter Berücksichtigung des Vergessens. In: Rollett, B./Weltner, Kl.(Hrsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Bildungstechnologie, Ehrenwirth, München, 1972a, S.414-416
LÁNSKÝ, M.: Ein Beispiel für die Anwendung der Methode VERBAL. In: Arlt, W./ Hertkorn, O./ Simons, D. (Red): Formaldidaktiken, Paderborner Werkstattgespräche Bd.1 , Schrödel, Hannover, 1972b, S.65-82
LÁNSKÝ, M.: Ein Beweis der Endlichkeit des Algorithmus VERBAL. In: GrKG, Band 14, Heft 3, 1973, S. 95-102
LÁNSKÝ, M.: Über ein konservatives Lernmodell. In: GrKG (Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft/ Humankybernetik), 1989a
LÁNSKÝ, M.: A Conservative Model of Learning. In: George.E.Lasker (Ed.): Proceedings of 2nd Int. Symposium on Systems Research, Informatics and Cybernetics, Baden-Baden 1989. The International Institute for Advanced Studies in System Research and Cybernetics, University of Windsor, 1989b

Eingegangen am 29. Mai 1989

Anschrift des Verfassers: Prof.Dr.M.Lánský, Dörener Weg 2, D-4790 Paderborn

Continuation of Formal Didactics: SEQUO-VERBAL (Summary)

Under the general Theme of the Workshop on Educational Cybernetics 1990 concerned with the transfer of ideas through the last quarter of this century a question was posed, which eggs laid between 1962 and 1972 might be usefully hatched in nineties ? The presence of Czech scientists, who were active in educational cybernetics during last decades, evoked also the need for a more precise definition of a possible future cooperation on this field between Czech and German professionals. In this contribution we propose a more intensive cooperative research on formal didactics. Formal didactics were introduced by Frank in 1966. Since that time various solutions like ALZUDI, COGENDI and other were presented. The system SEQUO-VERBAL created to the end of the sixties was intended to be a tool for a course-ware programmer in planning the macro-structure of learning programs. It is based on semantic analysis of the subject matter text to be taught, which leads to a transformation of the pieces of text into units called explanations. The natural rearrangement of explanations by means of the algorithm SEQUAL yields a static pattern for a meaningful didactic realization of the learning program. The second part of the system called VERBAL simulates the human learning for the sake of getting an optimal distribution of concepts to be learned by programs and represents a dynamic of the system. SEQUO-VERBAL was applied, tested and farther developped in the seventies, but in the eighties no relevant application of this system occured. It seems, that the VERBAL component was too "massive" by using many psychological parameters, which could hardly be estimated in actual cases. Therefore a new version called CONSMOD (CONServative MODel of learning) was now developped to replace the old VERBAL. A new interactive combination of SEQUAL and CONSMOD, programmed for PC's in PROLOG seems to be a perspective tool for future course-ware specialists. In such a way this software may be observed as a "brood" of the "egg" SEQUO-VERBAL.

grkg / Humankybernetik
Band 31 · Heft 3 (1990)
verlag modernes lernen

Rechtfertigung von Rechner- und Sprachmodellen durch die kybernetische Transfertheorie

von Helmar FRANK, Paderborn (D)

aus dem Institut für Kybernetik/Universität Paderborn (Direktor: Prof.Dr.H.Frank)

1. Lernsteuerung und Lernregelung als konträre Unterrichtstypen

Die Unterscheidung zwischen
- einerseits der Lern*steuerung*, bei welcher nur vom Lehrsystem zum Lernsystem pädagogisch relevante Information fließt, und
- andererseits der Lern*regelung*, bei welcher dieser Informationsfluß vom beobachteten Verhalten des Lernsystems abhängig gemacht wird,

findet sich schon früh im bildungskybernetischen Schrifttum (z.B. Frank, 1963, S.143f.). Auf den ersten Blick entspricht sie der Unterscheidung zwischen „linearen" und „verzweigenden" Programmen, die in der Frühzeit der Programmierten Instruktion als grundlegende Alternative diskutiert wurde. Die Unterscheidung erwies sich daher als zweckmäßig für die Technologie der Bildungsmedien und steht heute für die beiden noch nahezu disjunkten Mengen „Neuer Medien": hier Videobandgeräte und Bildplattenspieler als Medien zur Lernsteuerung - dort, als Mittel der Lernregelung im „Rechnerunterstützten Unterricht" (RUU), der Arbeitsplatzrechner (der kürzer „Tischrechner" genannt werden könnte - statt der sinnwidrigen und sprachverhunzenden Bezeichnung „Personal-Computer").

Gerade die formal feinere Unterrichtsanalyse, auf welche die Technologie der Lehrobjektivierung nicht verzichten kann, enthüllt aber Unschärfen der Unterscheidung. Wenn der Adressat durch Knopfdruck ein lineares Programm lehrschrittweise durch-arbeiten kann, liegt eine Anpassung der Darbietungszeit an den individuellen Lernzeitbedarf vor, also eine Regelung, nämlich der Lehr-Geschwindigkeit - nicht aber (auch) des Lehr-Wegs, so daß man das Lehrprogramm unverändert als strikt linear bezeichnen muß. Es ist auch nicht unbedingt richtig zu argumentieren, es fließe keine Information zum Lehrsystem zurück, da ja nur ein einziger Knopf zur Verfügung stehe, das „Weiter"-Signal also sicher und damit informationslos sei; denn kombiniert mit dem Zeitpunkt des Knopfdrucks ergibt sich ein beliebig mächtiges Repertoire von Adressastenreaktionen (was sogar zur Grundlagen von Verzweigungen gemacht werden kann). Will man die Fälle der Lernsteuerung und der Lernregelung nicht als „unscharfe Mengen" einander gegenüberstellen sondern sie scharf und disjunkt definieren, dann kann man entweder die eine als komplementär zur scharf definierten anderen einführen, oder - als ersten Schritt zu einer unscharfen Klassifikation - beide als Idealtypen betrachten, denen jede reale Unterrichtssituation mit einem bestimmten Zugehörigkeitsgrad (im Sinne der Theorie unscharfer Mengen) zuzuordnen ist.

Dieser zweite Weg erlaubt eine einfache Theorie des Lernfortschritts bei den beiden Unterrichtstypen.

2. Lernfunktion und Maße der Unterrichtswirkung

Bezeichnet man (wie in der Informationspsychologie üblich) mit C_V die Lerngeschwindigkeit (genauer: die Geschwindigkeit, mit welcher kognitive Lehrstoffe auswendig gelernt, d.h. ins vorbewußten Gedächtnis aufgenommen werden können), mit $i(t)$ die bis zum Unterrichtszeitpunkt t schon gelernte Information, dann ist man zunächst geneigt, den Lernfortschritt einfach durch

$$(1)\ i(t) = C_V t$$

zu beschreiben. Nun wird aber in der Bildungspraxis die Lerngeschwindigkeit C_V nur zu einem - „Effikanz" genannten - Prozentsatz η $(0 \leq \eta \leq 1)$ zur Aneignung des eigentlichen Lehrstoffs (also nicht zum Lernen der „ästhetischen" Information, in die er verpackt wurde, oder gar der Ablenkungen aus der Lernumwelt oder der parallel stattfindenden Träumerei!) benutzt. Das führt zum allgemeineren Ansatz

$$(2)\ i(t) = \eta\, C_V t$$

oder, wenn I die insgesamt zu lernende Lehrstoffinformation, und $p(t)$ den zum Unterrichtszeitpunkt t davon schon angeeigneten Prozentsatz (also die erworbene „Kompetenz") bezeichnet,

$$(3)\ p(t) = p_t = i(t)/I = \lambda t$$

wobei

$$(4)\ \lambda = \eta\, C_V/I$$

ein Maß der „Lernleichtigkeit" ist. Das Komplement

$$(5)\ u(t) = 1 - p(t)$$

nennen wir „Unkenntnis" (oder „Inkompetenz") zum Zeitpunkt t. Da aber in der Bildungspraxis meist schon zu Unterrichtsbeginn ein Prozentsatz $p(0) = p_0$ des Lehrstoffs als Vorkenntnis bekannt ist (und damit für die Anfangsunkenntnis nicht $u_0 < 1$ ist), gilt (2) im allgemeinen nur für die „didaktische Transinformation" (Weltnerinformation):

$$(6)\ W(t) = i(t) - i(0) = i(t) - p_0 I = \eta\, C_V t$$

und aus (3) wird

$$(7)\ p_t = p_0 + \lambda\, t$$

Auch wenn man in erster Näherung vernachlässigen darf, daß während des Lernens nicht nur anderer Lehrstoff sondern auch bereits ein Teil des während des Lernprozesses selbst schon erworbenen aktuellen Lehrstoffs wieder vergessen wird, stellt (7) sowohl für den Idealtyp der Lernsteuerung als auch für den Idealtyp der Lernregelung nur eine grobe Näherung dar, nämlich eine Abschätzung nach oben; richtig ist in jedem Falle

$$(8)\, p_t \leq p_0 + \lambda t$$

Der Grund dafür besteht im Falle der Lern*steuerung* darin, daß das Lernen realistisch nur als stochastischer Prozeß mo-dellierbar ist. Das Lehrsystem kann also nicht voraussehen und mangels Rückkoppelung auch nicht beobachten, was vom Lehrstoff inzwischen schon zufällig gelernt wurde. Daher muß (zur Erzielung einer genügend hohen Wahrscheinlichkeit, daß das einzelne Lernelement angeeignet wurde, also insgesamt zur Erzielung ei-ner genügend hohen Kompetenz) der Lehrstoff wiederholt werden, und zwar einschließlich des ständig wachsenden, zufällig schon gelernten Teils davon. Damit wird desto mehr Zeit verschwendet, je größere die erreichte Kompetenz schon ist, was den im Laufe der Lernzeit abnehmenden Lernfortschritt begründet. Für den Idealfall der Lernsteuerung ist die empirisch belegte Lernkurve theoretisch deduzierbar (vgl. z.B. Frank, 1975):

$$(9)\, p_t = i(t)/I = 1 - (1-p_0)\, e^{-\lambda t}$$

oder wegen (5) einfacher

$$(10)\, u_t = u_0\, e^{-\lambda t}$$

Wie man leicht sieht, wird die verzögert ansteigende Sättigungskurve (9) von der Geraden (7) an der Stelle $t = 0$ geschnitten bzw. im Grenzfall $p_0 = 0$ berührt und liegt in Übereinstimmung mit (8) im weiteren Verlauf unter dieser.

Im Falle der idealen Lern*regelung* wird die besagte Zeitverschwendung vollständig vermieden, weil das Lehrsystem kein schon gelerntes Element des Lehrstoffs erneut anbietet. Der Lernfortschritt ist daher linear - aber geringer als (7) angibt, da zwar die Zeit, die für das Angebot eines Lehrelements nötig ist, unverändert bleibt, aber *vor* diesem Angebot geprüft wird, ob es nicht schon gelernt ist. Die Zeit vergrößert sich also um einen Verzögerungsfaktor $v > 1$, so daß der Steigungsfaktor der Geraden gegenüber (7) sich auf λ/v verringert.

Zur *Messung des Lernerfolg* lassen sich unter Berücksichtigung dieser Beziehungen *verschiedene Maße* aufstellen. Die erreichte Schlußkompetenz steigt jedenfalls mit der Lernleichtigkeit λ und der Dauer des Unterrichts aber auch mit der Vorkenntnis; sie hängt ferner vom Unterrichtstyp - Lernsteuerung oder Lernregelung - ab, und sinkt im Falle der Lernregelung mit dem Testzeitbedarf (Verzögerungsfaktor v).

Für eine *Abschlußprüfung* des Lerners sind diese Abhängigkeiten unerheblich, so daß die *Schlußkompetenz* oder ihre Abbildung auf eine Notenskala sinnvolle Maße des Lernerfolgs sind.

Sucht man ein Maß der *Unterrichtswirkung*, also der durch den Unterricht bewirkten Kompetenzänderung, dann wäre eine Unabhängigkeit dieser Maßzahl von der Vorkenntnis wünschenswert (damit die Maßzahl zu prognostizieren gestattet, welche Schlußkompetenz bei Lernern gegebener Anfangskompetenz entsteht), aber auch eine Anwendbarkeit sowohl auf Lernsteuerung als auch auf Lernregelung (damit die Wirkung dieser beiden Typen quantitativ vergleichbar wird). Diese beiden Forderungen schließen sich aber aus. Für die Lern*regelung* erhält man aus (7) als von der Vorkenntnis unabhängiges Maß den Kompetenzzuwachs bzw. die Inkompetenzabnahme

$$(11)\, \Delta p = p_d - p_0 = \Delta u = u_0 - u_d = \lambda\, d/v$$

wobei d die Unterrichtsdauer bezeichnet. Für die Lern*steuerung* ergibt sich als entsprechendes Maß aus (10) das (logarithmische) Bildungsinkrement

$$(12a)\, w = u_0/u_d = e^{-\lambda d} \qquad (12b)\, \ln w = \lambda\, d$$

Das Bildungsinkrement w (dessen Eignung als Wirkungsmaß der Lernsteuerung in Frank, 1977, näher behandelt ist) hängt im Falle der Lern*regelung* wegen (7) von der Anfangskompetenz ab. Dasselbe gilt wegen (10) für den Kompetenzzuwachs Δp (die Unkenntnisabnahme Δu) im Falle der Lern*steuerung*. Daß beide Maßzahlen mit der Unterrichtsdauer d wachsen, ist für für ein Maß der Wirkung des Unterrichts sinnvoll.

Die *Güte* eines Unterrichts ist dagegen sowohl von dessen Dauer als auch von der Vorkenntnis der Adresaten unabhängig zu beurteilen, so daß die Lernleichtigkeit λ oder die Effikanz η als Maße infragekommen. Auch diese Maße erlauben keinen Vergleich zwischen Lernsteuerung und Lernregelung, da die Messung hier von (11), dort von (12b) auszugehen hat, die zu vergleichenden Unterschiede also bereits ausscheidet.

3. *Transfermaße*

Allgemein kann man definieren, der potentielle Lehrstoff A (genauer: ein Unterricht über ihn, kurz: A-Unterricht) enthalte Transfer zum potentiellen Lehrstoff B (zum B-Unterricht), wenn die erforderliche Lernzeit zur Erreichung einer bestimmten Kompetenz über B dadurch verringert (oder in gleicher Lernzeit die erreichte Kompetenz vergrößert) wird, daß zuvor eine Kompetenz über A erreicht wurde. Im kybernetisch-pädagogischen Schrifttum (vgl. z.B. Frank/Geisler/Meder, 1979) wird genauer zwischen „manifestem“ (Inhalts-)Transfer und „latentem“ (oder Struktur-) Transfer unterschieden: der manifeste Transfer zeigt sich schon in der Erhöhung der Anfangskompetenz (Verringerung der Anfangsunkenntnis) über B, der latente Transfer erst in der Erhöhung der Lernleichtigkeit von B.

Der manifeste Transfer kann nach (11) oder (12a) mit ei-nem Kompetenztest für B unmittelbar nach Schluß des Unterrichts über A gemessen werden. Es wird dabei der A-Unterricht hinsichtlich der Sinnkomponenten insofern umgedeutet, als unterstellt wird, es werde ausschließlich die Vermittlung einer Kompetenz über B bezweckt; in dieser Hinsicht wird dann die Wirkung dieses A-Unterrichts gemessen.

Die Kompetenz in B am Anfang dieses transferbewirkenden A-Unterrichts stimmt (falls einstweilen keine soziokulturellen Zusatzeinflüsse anzunehmen sind) natürlich überein mit der Anfangskompetenz in B, die anschließend zu Beginn des gemeinsamen B-Unterrichts die Kontrollgruppe (die nicht über A unterrichtet wurde) aufweist.

Als Maß des latenten Transfers des A-Unterrichts zum B-Unterricht bietet sich für Lernsteuerung und Lernregelung übereinstimmend der Quotient (besser als die Differenz) der Lernleichtigkeiten des B-Unterrichts mit oder ohne vorangegangenem Unterricht über A an:

(13a) $k = \lambda(\mathrm{B} \mid \mathrm{A}) / \lambda(\mathrm{B})$

Die Meßvorschrift im Falle der Lernregelung lautet nach (7) und (11)

(13b) $k = \Delta u(\mathrm{B} \mid \mathrm{A}) / \Delta u(\mathrm{B})$

Im Falle der Lernsteuerung rechnet man entsprechend nach (8) und (12b)

(13c) $k = \ln w(\mathrm{B} \mid \mathrm{A}) / \ln w(\mathrm{B})$

In beiden Fällen ist zu beachten, daß zwar der latente Transfer zunächst insofern als „Struktur"-Transfer gemeint war, als angenommen wird, durch die Beschäftigung mit A sinke die subjektive Lehrstoffinformation von B (indem dabei z.B. verborgene Redundanzen enthüllt werden). Aber die Definition (13a) und die Messung (13b,c) des Transferfaktors k unterstellt wegen (4) nicht notwendig (nur) eine Verringerung von I sondern ebensogut (auch) eine Vergrößerung der Effikanz η - z.B. aufgrund eines mit A geweckten Interesses für den Lehrstoff B oder einer mit A bewirkten Lernmotivation für B. Das bildungskybernetische Transfermaß schließt also die Motivierung als mögliche Komponente der Lernerleichterung mit ein. Eine Erhöhung der Lernleichtigkeit ausschließlich oder hauptsächlich durch eine Verringerung der Lehrstoffinformation des inhaltlich unveränderten Lehrstoffs B kann dadurch bewirkt werden, daß der A-Unterricht auf B vorbereitet, indem A ein pädagogisch geeignetes Modell des im B-Unterricht zu behandelnden Lehrstoffs ist.

Solche Lehrstoffmodelle haben im wesentlichen drei Bedingungen zu erfüllen.

1. *Einfachheit*. Das Lehrstoffmodell muß erheblich einfacher sein als der später zu behandelnde Lehrstoff selbst, d.h. viel weniger zu lernende Information enthalten. Das Wesentliche (die Struktur) muß ohne Verschleierung durch Zusatzinformation gezeigt werden, so daß der Lerner nicht durch unwesentliches Beiwerk abgelenkt wird.

2. *Regelmäßigkeit*. Das Lehrstoffmodell darf keine zufälligen Abweichungen (Ausnahmen) von den zu lernenden Gesetzmäßigkeiten enthalten, damit diese leichter erkennbar werden und die zu lernende Gesamtinformation klein bleibt.

3. *Deutlichkeit (Modularität)*. Das Lehrstoffmodell muß so in Teile zerlegbar sein, daß die Schwierigkeiten nicht unauflösbar miteinander verquickt bleiben müssen sondern getrennt aufgezeigt und bewältigt werden können.

Die kybernetische Transfertheorie wurde im Rahmen von zwei bildungspraktischen Versuchen des Instituts für Kybernetik entwickelt und angewandt: beim Rechnerkundeunterricht als Propädeutik des Informatikunterrichts mit dem Rechnermodell MORE (Frank/Meyer, 1972) und beim Sprachorientierungsunterricht als Propädeutik des Fremdsprachunterrichts mit ILo als Fremdsprachmodell (vgl. z.B. Frank/Geisler/Meder, 1979, und die Ergebnisberichte von Nolte, Lobin und Frank in Frank/Yashovardhan/Frank-Böhringer, 1982).

4. *Rechnerkundeunterricht anhand eines Rechnermodells*

Als Lehrbuchkapitel findet sich in der 2.Auflage der "Kybernetischen Grundlagen der Pädagogik" schon 1969 im Anschluß an eine elementare Einführung in die Theorie abstrakter passi-ver und spontaner Systeme ein anschauliches Rechnermodell, das Studierenden der Pädagogik eine Einsicht in das Prinzip des Digitalrechners vermitteln sollte (Frank, 1969, Bd.I, Kap. 3.7). Um möglichst geringe physikalische Kenntnisse voraussetzen zu müssen, waren alle Speicher und logischen Schaltungen durch Relais dargestellt. An die Realisierung dieses anschaulichen Modells durch ein funktionierendes, physikalisches Rechnermodell war nicht gedacht und nicht zu denken.

Die rasche Ausbreitung der Rechner ließ bald seine schon schulische Behandlung als angemessen erscheinen, und zwar in allen Schulzweigen, also bereits auf der Sekundarstufe I. Für diese Altersstufe schien ein nur gedachtes Rechnermodell nicht auszureichen. Eine vollständige elektromechanische Realisierung wäre technologisch gesehen archaisch, wirtschaftlich unvertretbar und pädagogisch unnötig gewesen; es konnte und kann als ausreichend gelten, die Funktionen der Konjunktion, Disjunktion, Negation und des 1-Bit-Speichers mit Relaisschaltungen vorzuführen und darauf zu verweisen, daß noch andere physikalische Möglichkeiten der Objektivierung dieser geistigen Grundfunktionen existieren. Zum Aufbau stufenweise komplexerer Funktionseinheiten (z.B. Halbaddierwerk - Volladdierwerk - Rechenwerk) konnten daher in Anwendung des informationspsychologischen Prinzips des komplexbildenden Superierens Zusammenschaltungen von „schwarzen Kästchen" aus einem stufenweise komplexeren Bausteinvorrat vorgenommen werden, wobei jeder solche schwarze Kasten statt der zuvor behandelten Schaltung auch eine dazu äquivalente Realisierung desselben „Denkzeugs" enthalten konnte - z.B. auch eine elektronische Schaltung.

Da aber auch eine solche Realisierung seinerzeit zunächst noch als wirtschaftlich nicht vertretbar erscheinen mußte, wur-de am Institut für Kybernetik in Berlin (U.Ehmke, I.Meyer u.a.) nur die Benutzeroberfläche dem pädagogischen Konzept getreu entwickelt: mit Tasten und einem sehr einfachen Lochkartenleser für die Eingabe, und Lampenfeldern für die Ausgabe. Dagegen wurden Speicherwerk, Rechenwerk und Leitwerk des scheinbar an jedem Schülerplatz in einem eigenen Exemplar verfügbaren Rechnermodells in Wirklichkeit mit einem Nixdorf-Kleinrechner zentral simuliert. Der Prozeß des stufenweisen Aufbaus des MORE („Modell-Rechner") wurde durch ein „Entdeckenlassen" pädagogisch simuliert: zur Abdeckung der Rechnerkonsole wurde eine Folge von Masken entwickelt, die immer mehr Durchblick zur fertigen Benutzeroberfläche gaben und die jeweils interessierenden Datenpfade zwischen den schon aufgedeckten Tasten und Lämpchen aufge-

druckt enthielten. In dieser Form wurde das mediendidaktische Konzept einschließlich der von Ingeborg Meyer entwickelten Unterrichtsentwürfe in einem Schulversuch in Ber-lin erprobt und zum Inhalt der ersten deutschsprachigen Buchveröffentlichung über die Didaktik der Informatik (Frank/Meyer, 1972).

Fortschritte und Preisverfall im Bereich elektronischer Schaltelemente ermöglichten schon kurz darauf - ohne Änderung des pädagogischen Konzepts - Entwicklung und Produktion autonomer Rechnermodelle für den Schülerplatz und (als Demonstrationsmodell) für den Lehrer durch die seinerzeitige Firma ELFE in Berlin. Der praktische Einsatz blieb auf wenige Schulen beschränkt, da sich in der Informatik-Didaktik inzwischen der entgegengesetzte Weg rasch durchgesetzt hatte: der Einstieg bei der Programmierung des kommerziell verfügbaren Rechners. -

Ohne daß damals bereits explizit von der Rolle von Lehrstoffmodellen im Rahmen einer bildungskybernetischen Transfertheorie gesprochen worden wäre kann MORE als ein solches Modell angesprochen und an ihm die Prinzipien der Einfachheit, Regelmäßigkeit und Deutlichkeit beispielhaft erläutert werden. Es war auch als selbstverständlich unterstellt worden, daß der Weg über dieses Modell einen anschließenden Unterricht über Struk-tur und Programmierung kommerzieller Rechner erheblich erleichtern werde, und zwar so, daß der Umweg über das Lehrstoffmodell der zeitlich kürzere Weg ist. Dies wurde allerdings damals weder transfertheoretisch untermauert noch empirisch nachgewiesen, was nachgeholt werden sollte.

Wenn - was unterstellt werden darf - ein latenter Transfer mit einem noch so kleinen Faktor $k > 1$ vom propädeutischen Rechnerkunde(A-)unterricht zu einem an kommerziellen Rechnern (B) orientierten Informatikunterricht besteht, dann läßt sich im Falle der Lernsteuerung immer, im Falle der Lernregelung vielfach aus den Lernfunktionen (9) bzw. (7) berechnen, von welcher als Lehrziel angestrebten Mindestkompetenz $!p$ für B an der Zeitaufwand für A durch die transferbedingte Zeiteinsparung bei B überkompensiert wird. Dies ist ohne Rechnung unmittelbar einsichtig, wenn man nur bedenkt, daß ja zwar das Schaubild der Lernfunktion für B um die in das Lehrstoffmodell, also für den A-Unterricht, investierte Zeit verschoben wird, aber zugleich wegen des Transfers rascher steigt (nämlich mit dem Parameterwert $k \cdot \lambda$ statt λ), also verformt wird, so daß die ursprüngliche Kurve notwendig geschnitten wird. Im Falle der Lernregelung könnte aber der (dann irreale) Schnittpunkt oberhalb von $p = 1$ liegen, falls der Zeitaufwand für A zu groß oder der Transferfaktor k zu klein ist.

Der Gedanke des Rechnerkundeunterichts verdient heute wiederaufgenommen zu werden,

a) weil der Bildungswert des inzwischen üblichen schulischen Informatikunterrichts fragwürdig ist, da dieser, statt eine Einsicht in die wesentlichen Strukturprinzipien des Rechners und damit in seine Möglichkeiten zu vermitteln, lediglich die (Benutzer-)„oberflächliche" Anwendung derzeit mehr oder minder zufällig verfügbarer Programmiersprachen und kommerzieller Rechner drillt,

b) weil die Bestimmung des Transferfaktors bildungswissenschaftlich reizvoll erscheint, und vor allem

c) weil die heutigen, mit Bildschirmen versehenen und schon in den meisten Schulen verfügbaren Tischrechner das MORE-Konzept simulierbar machen, wodurch einerseits keine prinzipiellen Anschaffungskosten mehr anfallen (der Aberglaube, das Simulationsprogramm müsse prinzipiell als „softe Ware" gekauft werden, wurde an anderer Stelle - Frank, 1990 - gerügt!), und andererseits durch eine so mögliche medientechnologisch bessere Gestaltung des Rechnerkundeunterrichts dessen Lernleichtigkeit und Transferwirkung vergrößerbar sind.

5. Sprachorientierungsunterricht anhand eines Sprachmodells

Was beim Rechnerkundeunterricht nur implizit unterstellt oder allenfalls verbal umschrieben wurde, nämlich die Transferwirkung des vorab zu vermittelnden Lehrstoffmodells, wurde ausdrückliche Grundlage des 1975 begonnenen Sprachorientierungsunterrichts „nach dem Paderborner Modell". Dazu war das inzwischen nach Paderborn übersiedelte Institut aus zwei Gründen gezwungen:

1) Der Rechner war ein neuer Lehrstoff, zu dessen angemessesner Vermittlung es noch keine herrschende pädagogische Meinung gab.

2) Nichtkybernetische Pädagogen sind geneigt, den Rechner den naturwissenschaftlichen Lehrstoffen zuzuordnen, in welche ja im Physik-, Chemie- und Biologieunterricht schon lange mittels Modellen eingeführt wird; ebenso „künstliche" Fremdsprachmodelle sind dagegen eine erst noch zu rechtfertigende pädagogische Innovation.

3) Die als pädagogisch besonders geeignetes Sprachmodell ausge-wählte „Internacia Lingvo (ILo) des Dr.Esperanto" stieß (und stößt noch immer) bei der Mehrheit der Philologen auf hartnäckige Vorurteile und Emotionen, die außer in Zweifeln an der „Lebensfähigkeit" einer Plansprache wohl auch im verdrängten Wissen um die Verfolgung gerade der Esperantisten während des Dritten Reichs wurzeln.

Die ursprüngliche Zweckbestimmung von ILo, lernleichte und neutrale internationale Verständigungssprache zu sein, hatte zwangsläufig dazu geführt, sie als möglichst *einfache regelmäßige* Sprache zu entwickeln. Eine hohe Präzision kann aber nur durch großen Ausdrucksreichtum erreicht werden, was ohne Lernerschwerung nur möglich ist, wenn der Wortschatz systematisch ableitbar ist. Da ILo dazu als agglutinierende Sprache entwickelt wurde, erfüllt sie auch das dritte Postulat an ein Lehrstoffmodell, die *Modularität*. Sie erschien also als geeignet.

Erwartungsgemäß zeigte der Sprachorientierungsunterricht, der im 3. und 4. Grundschuljahr ab 1975 mehrere Jahre lang vor allem in Paderborn wöchentlich zweistündig erteilt wurde, la-tenten (und auch etwas manifesten) Transfer zum Englischunterricht. Der Englischunterricht wurde ab dem 5. Schuljahr in der üblichen Weise erteilt, also wegen der spärlichen und kaum individuell nutzbaren Rückkoppelung eher in der Form der Lernsteuerung als der Lernregelung. Nach (13c) wurde durchschnittlich knapp $k = 1{,}4$ für einen zweijährigen Sprachorientierungsunterricht (ca. 160 Unterrichtsstunden) gemessen, gut $k = 1{,}2$ bei nur einjähriger Beschäftigung mit ILo. (Vgl. die Zusammenfassung in Frank/Yashovardhan/Frank-Böhringer, 1982, S.137). Neuerdings maß E.Formaggio (1989) für italienische Kinder als latenten Transfer des ebenfalls zweijährigen ILo-Unterrichts zum schulischen Französischunterricht $k = 1{,}3$. Diese Werte sind hinreichend groß, um die Zeitinvestition in den Sprachorientierungsunterricht durch eine Zeitsparmöglichkeit beim späteren traditionellen Fremdsprachunterricht zu recht-

fertigen. Eine weitere Ablehnung des Sprachorientierungsunterrichts ist daher höchstens außerpädagogisch motiviert.

Schrifttum:

Formaggio, E. (1989): Lerneja eksperimento pri lernfacileco kaj transfero en la fremdlingvoinstruado. GrKG/Humankybernetik 30/4, S. 141-151

Frank, H. (1963): Kybernetik und Lehrmaschinen. Nachdruck in Meder/Schmid (1973/74), Bd. 1, S. 141-154.

Frank, H. (1969): Kybernetische Grundlagen der Pädagogik, 2.Aufl., Agis, Baden-Baden.

Frank, H. (1975): Lehr-Wirkungsgrad und Lernzeit. GrKG 16/4, S. 113-120.

Frank, H. (1977): Begriff, Eigenschaften und Anwendung des Bildungsinkrements als Maß des Lernerfolgs. GrKG/Humankybernetik 18/4, S. 105-112

Frank, H. (1990): Moralo pri komunikado / Kommunikationsmoral. Acta sanmarinensia academiae scientiarum internationalis D1. LTV Alsbach

Frank/Meyer (1972): Rechnerkunde. Nachdruck in Meder/Schmid (1973/74), Bd. 5, S. 585-774)

Frank/Geisler/Meder (1979): Nachweis des strukturbedingten Transfers aus dem Sprachorientierungsunterricht. GrKG/Humankybernetik 20/1, S. 14-28.

Frank/Yashovardhan/Frank-Böhringer, Hsg. (1982): Lingvokibernetiko / Sprachkybernetik. Narr, Tübingen.

Meder/Schmid, Hsg. (1973/74): Kybernetische Pädagogik. Schriften 1958-1972. 5 Bände. Kohlhammer & Institut für Kybernetik, Stuttgart & Paderborn.

(Vortrag gehalten am 30. März 1990 beim K-ybernetisch-Pädagogischen Werkstattgespräch in Paderborn.)

Eingegangen am 24. August 1990

Anschrift des Verfassers: Prof.Dr.H.Frank, Kleinenberger Weg 16a, D-4790 Paderborn

Legitimado de modeloj de komputiloj kaj lingvoj per la kibernetika teorio pri lernplifaciligo (resumo)

Instruado pri A povas plifaciligi la postan instruadon pri B en manifesta au kaŝita maniero. Ambaŭkaze oni parolas pri lernfaciligo de B pro A au pri transfero de A al B. Kaze de la manifesta transfero oni jam povas konstati, ke la lernonto de B posedas, instruite pri A, antaŭkonojn pri B, kiun la kontrolgrupo ne posedas. Kaze de la kaŝita transfero la lernanto de B progresas, instruite pri A, pli rapide ol la kontrolgrupo. La lernprogreso dependas de parametro λ nomita lernfacileco, kiu kreskas kun la individua lernrapideco, kun la inverso de la informacio de la instruaĵo kaj kun la t.n. efikanco, t.e. la celkonforma eluzo de la individua lernrapideco. Mezuro de la kaŝita transfero estas la faktoro **k** lau kiu kreskas la lernfacileco pro transfero.

Pro 80 studhora lingvo-orientiga instruado per ILo kiel fremdlingvo-modelo oni atingis ĉe germanlingvaj infanoj pli ol **k** = 1,2 kaŝitan transferon al la tradicia instruado de la Angla - pro 160 studhora lingvo-orientiga instruado eĉ preskaŭ **k** = 1,4. La kialo estas, ke ILo estas pedagogie taŭga modelo de la instruajo „Angla lingvo"3, car ILo plenumas la tri kondicojn de tauga instruaĵmodelo: ĝi estas simpla, regula kaj ebligas dis-erigi la lernmalfacilaĵojn. En pli frua eksperimento oni uzis similе komputilmodelon (MORE) por propedeŭtika instruado de informadiko. Siatempe la transfero ankoraŭ ne estis mezurata. Ĉiam kiam la kaŝita transfero superas 1 ĝi aliformigas la lernkurbon validan por la lernstirado (do proksimume por la konvencia klasinstruado) tiel, ke ĉi tiu nova kurbo tranĉas la originan lernkurbon. Tio signifas, ke spite la tempon bezonatan por la propedeŭtiko oni povas atingi la saman nivelon dum entute malpli da lerntempo. Tio legitimas la uzadon de instruaĵmodeloj.

grkg / Humankybernetik
Band 31 · Heft 3 (1990)
verlag modernes lernen

Eduksistemscienco - Nocio kaj Termino

de FAN Baiquan, Shenyang (CHN)

el la Liaoning-a Instituto pri Eduko, Shenyang (CHN)

1. Nocio pri Eduksistemscienco

Tradiciaj eduksciencoj, ekz. edukpsikologio, eduksociologio, edukekonomiko kaj edukteknologio, bazigas la eduksciencon pere de la kvalita kaj parte kvanta priskribado pri edukaj fenomenoj kaj edukaj leĝoj, tamen ili nur metas apartan emfazon sur iu flanko de eduko (ekz., edukekonomiko priskribas la ekonomian sintenon de eduko).

Eduko estas socia fenomeno. Laŭ Bertalanffy, la kreinto de la Ĝenerala Sistemteorio, socia fenomeno estas devige konsiderate sisteme (Bertalanffy, 1980).

En la vidpunkto de kibernetiko, informatiko kaj sistemiko, eduksistemo estas unuaĵo kun certaj celoj, certaj funkcioj kaj certaj organizoj, kiuj konsistas el certaj kunligaj faktoroj (LI Chengzhong, WANG Xusun, 1986). Laŭ la sistema studado de Prof. Dr. FRANK, unu el la kreintoj de klerigkibernetiko, la klerigscienco estu dispartigata en tri ŝtupojn: 1. instrusituacia scienco; 2. didaktiko; 3. teorio pri la kleriga instituciaro (FRANK, 1986).

AN Wenzhu, Doktoro pri klerigkibernetiko, proponas, ke la kombiniĝo de eduk-scienco kaj sistemscienco estu nomata eduksistemscienco, kiu estas dispartigata en du partojn: makro-eduksistemscienco kaj mikro-eduksistemscienco. Makro-eduksistemscienco studas la pozicion kaj funkcion de eduksubsistemo ĉe la socia larĝsistemo, la interrilatecon de eduksubstistemo kun aliaj subsistemoj de la socia larĝsistemo, la sisteman planadon de eduksistemo, kaj la institucion, funkciadon de ĉiu-ranga eduk-administro. Mikro-eduksistemscienco koncernas la studadon de instruistemo (AN Wenzhu, 1988).

La nocioj de FRANK kaj AN Wenzhu kongruas, ke la ŝtupoj 1 kaj 2 de la klerigscienco de FRANK egalas la mikro-eduksistemsciencon proponitan de AN Wenzhu, kaj la ŝtupo 3 egalas la makro-eduksistemsciencon. La klerigscienco de FRANK emfazas la procezon de edukado, ĝi estas pli kibernetikeca. La eduksistemscienco proponita de AN Wenzhu emfazas la strukturon de edukado, ĝi estas pli sistemikeca.

2. Termino de Eduksistemscienco

Ekzistas kelkaj sinonimoj signifantaj „edukadon", t.e. „klerigado", „instruado", „didaktiko" kaj „pedagogio".

En la klerigscienco de FRANK, „klerigkibernetiko" kaj „kibernetika pedagogio" estas adoptitaj. „Kler" estas latina radiko, signifante „klera", pli speciale „ekleziulo" (BASTIEN, 1950). Laŭ PIV, „klerigado" signifas la agadon por fari iun kapabla per

ĝusta uzado de akiritaj scioj, klare juĝi kaj bone taksi la aferojn. Pedagogio deriviĝas de greka radiko „paidagogia", signifante laŭ PIV 1. arton instrui kaj eduki la infanojn; 2. sciencon pri tia instruado. „Klerigado" emfazas scian aldonon al iu individuo. Pedagogio emfazas la sciencon pri instruado. Nek klerigado nek pedagogio kunportas la sencon de la makro-parto de la eduksistemscienco proponita de AN Wenzhu. Klerigkibernetiko aŭ kibernetika pedagogio apartenas al la mikro-eduksistemscienco.

„Edukado", derivita de la latina radiko „educatio", signifas laŭ Vortaro de Esperanto (Kabe, 1985) la agojn de tiu, kiu zorgas pri la evolucion de la fizikaj, moralaj kaj intelektaj kapabloj. Ĝi sugestas kaj la procezon kaj rezulton de la agoj, kaj kunportas plivastan sencon ol „klerigado", „instruado", „didaktiko" kaj „pedagogio". En la teorio proponita de AN Wenzhu, „edukado" estu adoptata esprimi kaj makrokaj mikrosencon de la eduksistemscienco. „Klerigado", instruado", didaktiko" kaj „pedagogio" estu uzataj en la mikro-eduksistemscienco.

Literaturo

AN Wenzhu: On the Intersection and Combination between Educational Sciences and Systematical Sciences (in Chinese), Journal of Beijing Normal University (Social Science Edition), No. 6, 1988, p.68

BASTIEN, L.: Naŭlingva Etimologia Leksikono, the Esperanto Publishing Company Ltd., Anglujo, 1950

BERTALANFFY, L.V.: General System Theory, George Braziller, New York, 1980

FRANK, H.: Propedeŭtiko de la Klerigscienco Prospektiva, Ĉina Esperanto-eldonejo, Pekino, 1986

KABE: Vortaro de Esperanto, Ĉina Esperanto-eldonejo, Pekino, 1985

LI Chengzhong, WANG Xusun: Edukkibernetiko (en la ĉina), Eldonejo de Nordorienta Normala Universitato, 1986, p.63

Plena Ilustrita Vortaro de Esperanto, Sennacieca Asocio Tutmonda, 67 Avenue ambetta, Paris-20, 1977

Ricevite 1990-06-02

Adreso de la aŭtoro: FAN Baiquan mag. ing. Liaoning-a Instituto pri Eduko, 46-2, Chongshangong Rd., Huanggu Distr., Shenyang 110032

Erziehungssystemwissenschaft - Begriff und Bezeichnung (Knapptext)

Die herkömmlichen Erziehungswissenschaften beschäftigen sich mit Gesetzen und Phänomenen der Erziehung. Die Erziehung aber als sozialer Vorgang muß zwangsläufig gesamtsystemisch betrachtet werden. Die Verknüpfung von Erziehungswissenschaft und Systemwissenschaft möge „Erziehungssystemwissenschaft" genannt werden. Diese wiederum teilt sich in die Makro-Erziehungssystemwissenschaft und die Mikro-Erziehungssystemwissenschaft ein. Erstere beschäftigt sich mit der Stellung und Funktion des Erziehungssubsystems im sozialen Gesamtsystem, letztere nur mit dem Erziehungssystem als solchem. Daher sollten die Begriffe „Bildung", „Unterricht", „Didaktik" und „Pädagogik" auf die Mikro-Erziehungssystemwissenschaft beschränkt werden.

Educational System Science - Notion and Nomenclature (Summary)

The traditional Educational Sciences have occupied themselves with the laws and phenomena of education. But as education is a social process, it must be considered from a global systematic viewpoint. The combination of Educational science and Systemic science could be called „Educational System Science". This may be split up into Macroeducational System Science and Microeducational System Science. The former concerns itself with the position and function of the educational subsystem within the global social system, the latter only with the educational system as such. Therefore the terms „Education", „Instruction", „Didactics" and „Pedagogy" should be restricted to Microeducational System Science.

grkg / Humankybernetik
Band 31 · Heft 3 (1990)
verlag modernes lernen

Vorüberlegungen zur Revision des Modells der Internoperationen

von Harald RIEDEL, Berlin (D)

Aus dem Institut für Unterricht im allgemeinbildenden Bereich des FB 22 der Technischen Universität Berlin

1. Zur Notwendigkeit einer Modell-Revision

Innerhalb der Systemtheoretischen Didaktik spielte das Modell der Internoperationen von Beginn an eine zentrale Rolle. Um die Aussagekraft, Bedeutung und Revisionsbedürftigkeit dieses Modells beurteilen zu können, muß man daher einiges Grundlegendes über das didaktische Gesamt-Modell wissen.

Die ersten Entwürfe zur Systemtheoretischen Didaktik basierten auf folgender Grundposition:

- Mit H. Aebli (1962) gehen wir davon aus, daß Lernen ohne selbständige Operation seitens des potentiellen Lernenden nicht stattfinden kann.
- Demzufolge postulierten wir, daß das neben dem Lernenden wichtigste Element in einfacheren wie in komplexeren Lernsituationen nicht der Lehrer,sondern ein geeignetes Operationsobjekt ist. Das Lernen soll vorrangig vom Operationsobjekt, nicht vom Lehrer initiiert werden.

Beide Postulate führten uns dazu, eine Hierarchie von Lernsituationen (von der einfachen oder zufälligen Lernsituation bis hin zur Unterrichtssituation) zu konzipieren, in welcher die Operation des Lernenden die grundlegende Funktion hat. Je komplexer die einzelnen Lernsituationen in dieser Hierarchie werden, desto mehr zusätzliche, aber auch nachrangige Teilfunktionen treten hinzu. So bleiben auch in der relativ komplexen Unterrichtssituation die Operation und das Operationsobjekt vorrangig. Mit der Qualität des Operationsobjekts steht und fällt jeder Unterricht. (Vgl. z. B. König/Riedel, 1969, S. 85ff und H. Riedel 1973, S. 19ff.)

Das bedeutet, daß die Auswahl eines geeigneten Operationsobjekts die wichtigste aller Lehrerfunktionen ist. Nun läßt sich die Eignung eines Operationsobjekts allerdings nicht nur von der Art des (zu erlernenden) Unterrichtsobjekts her beurteilen. Vielmehr muß zuvor eindeutig bestimmt sein, auf welchem Schwierigkeitsniveau der (möglichst selbständige) Erwerb des Unterrichtsobjekts erfolgen soll, m.a.W. welcher Art die zentrale Operation ist.

Diesen Überlegungen zufolge benötigten wir also ein Modell, mit Hilfe dessen Operationen eindeutig analysiert und planmäßig aufgebaut werden können. Denn die Umgangssprache vermag zwar Extern-Operationen einigermaßen eindeutig und differenziert zu bezeichnen, nicht dagegen Intern-Operationen (Denkhandlungen).

Schon G. Ryle (1965, S.463f) machte das deutlich: "Werfen wir einen kurzen Blick auf einige der vielen verschiedenen Vorgänge, die wir als Denken bezeichnen. Ich denke, wenn ich im Kopfe noch einmal die Speisefolge des Banketts vom gestrigen

Abend durchgehe. Hier ist kein Problem zu lösen, keine Entscheidung zu treffen. Ich denke, aber ich versuche nicht, etwas auszudenken. Wenn ich dagegen etwas zu multiplizieren habe, versuche ich etwas auszudenken. Und doch ist hier kein Platz für Erfindung, Klugheit und Inspiration. ... Vergleichen wir das mit meinem Denken, wenn ich den Versuch mache, ein lateinisches Gedicht ins Englische zu übersetzen. ... Ich habe eine Aufgabe, aber keine Frage, und die Lösung meiner Aufgabe ist, wenn ich sie finde, ein Satz, ein englisches Gedicht. Mein Problem besteht darin, so getreu und wirkungsvoll wie möglich etwas zu sagen, wenn ich schon im Lateinischen weiß, was ich auf Englisch sagen möchte. Hier ist sehr viel Raum für Erfindungsgabe, Inspiration und Fingerspitzengefühl....". Ein anschaulicher Beleg dafür, daß für didaktische Zwecke ein Modell vonnöten ist, das die beim Lernen und Lehren beanspruchten Denkhandlungen differenziert und eindeutig zu beschreiben ermöglicht.

Als E. König und ich 1969 auf die Veröffentlichung von Guilford (1959) stießen, glaubten wir, die dargestellte Lücke durch sein "kubisches Modell des Intellekts" schließen zu können (vgl. Bild 1). Doch zeigte die Analyse seines Modells erhebliche Mängel:

- Guilford hatte die einzelnen Operationen nicht definiert,

- die aufgeführten Beispiele waren viel zu wenig eindeutig, teils sogar widersprüchlich, da sie sich auf nicht vergleichbare Gegenstandsbereiche erstreckten,

- das Modell, das für Zwecke einer (psychologischen) Analyse entworfen war, ließ sich ohne Änderungen nicht für die Zwecke der (didaktischen) Konstruktion verwenden,

- bereits die Uneinheitlichkeit der von Guilford gewählten Bezeichnungen deuteten auf mangelhafte Systematik des Modells hin:"evaluation" benennt eigentlich das Ergebnis einer Denkhandlung, "convergent thinking" und "divergent thinking" bezeichnen Denkvorgänge, "memory" einen physiologischen oder psychologischen Komplex, der Denkfunktionen ermöglicht, und "cognition" meint wiederum eigentlich das Ergebnis einer Denkhandlung.

Um den Ansatz von Guilford für unterrichtswissenschaftliche Zwecke nutzbar zu machen, mußte zunächst die Ebene der Operationen von den (noch unsystematischer differenzierten) Ebenen der Denk-"Produkte" und "Inhalte" getrennt werden.*

Darüberhinaus mußten wir

- die einzelnen Internoperationen definieren
- sie durch eindeutige Beispiele erläutern
- sie ihrer Funktion entsprechend benennen
- das Modell durch eine für didaktische Zwecke unverzichtbare Operation erweitern: das "Speichern" von Informationen.

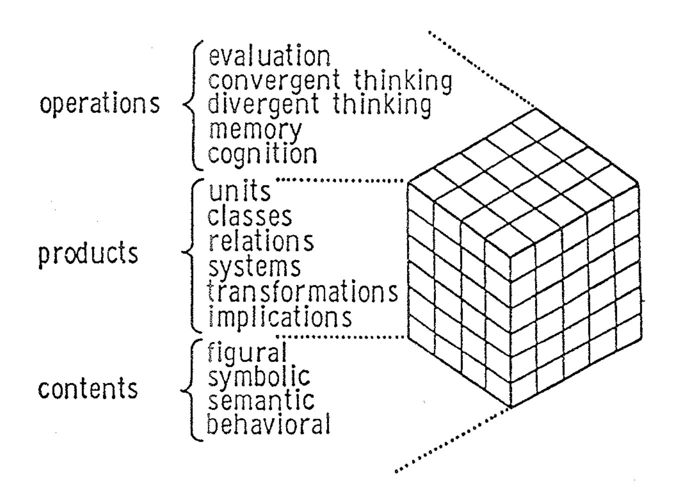


Bild 1: Das kubische Modell des Intellekts von J.P. Guilford (1959)

Das demgemäß erstellte Modell enthielt nun die in Bild 2 dargestellten Operationen (vgl. König/Riedel 1970, S. 78ff.).

In dieser Form wurde das Modell als das wichtigste Teilmodell der Systemtheoretischen Didaktik erfolgreich in der Lehrerbildung eingesetzt (vgl. dazu Dräger 1972 und Breyer/Breyer 1975). Erst anläßlich der Aufnahme systematischer empirischer Überprüfungen zu Aussagen der Systemtheoretischen Didaktik über den Schwierigkeitsgrad einzelner Internoperationen (H. Riedel 1985a u. b, Breyer, Riedel und Siegmund 1986, H. Riedel 1986, Breyer/Riedel 1986) wurde den beteiligten Forschern bewußt, daß das Modell, wie es von König und mir konzipiert worden war, noch gewisse Mängel aufwies:

- Die Operation "divergent denken" war in den Publikationen König/Riedel (1975, S. 106ff.) und H. Riedel (1979, S. 23ff.) von unterschiedlichen Aspekten her beschrieben, so daß unnötige Interpretationsspielräume offenblieben.

- Der durch diese Definitionen erfaßte Bereich enthielt auch Denkleistungen, die im Unterricht nicht systematisch erzeugt werden können.

Mit diesen und weiteren für unseren Zusammenhang weniger wichtigen Fragen beschäftigten wir uns 1983/84 ausführlich in einem Colloquium*. Als Ergebnis dieses Colloquiums enthielt die "Skizze eines veränderten Modells", bereits eine engere

* Die Aspekte der "products" und "contents" nach Guilford wurden von der Systemtheoretischen Didaktik in den Modellen zur Differenzierung Von Unterrichtsobjekten und von Operationsobjekten aufgenommen, systematisiert und differenziert (vgl. König/Riedel 1970, S. 28 ff und S. 139 ff.

Definition des "divergenten Denkens" und die zusätzliche Operation "original denken" (vgl. H. Riedel 1985a, S. 100).*

---

2. Zur Bedeutung des Modells für die Unterrichtswissenschaft

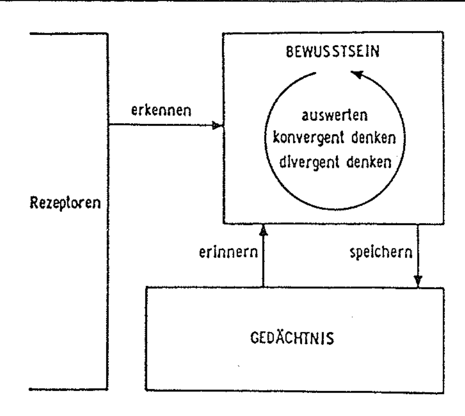
In den ersten Entwürfen zur Systemtheoretischen Didaktik hatten wir die besondere Bedeutung der Internoperationen für Unterrichts- und Lernprozesse noch in sehr allgemeiner und wenig differenzierender Form beschrieben (vgl. z. B. König/Riedel 1969, S. 85 und 96, König/Riedel 1970, S. 14f und 78-91). In späteren Publikationen (vgl. z.B. König/Riedel 1970 und H. Riedel 1979) konnten wir zeigen, daß das Modell ein funktionables Instrumentarium sowohl zur Kennzeichnung von Lern-Handlungen als auch von Lern-Ergebnissen ist. Es kann (in Kombination mit anderen Teilmodellen) sehr zweckdienlich eingesetzt werden, um

- den Schwierigkeitsgrad einer einzelnen Denkhandlung,
- die Abfolge von Denkschritten, die zu einem bestimmten Lernergebnis führt,
- die Qualität eines Lernergebnisses,
- den Beitrag einer Unterrichts- und/oder Lernhandlung zum Ziel einer extensiven und intensiven Denkfähigkeit,

zu kennzeichnen.

kogneszierende Operationen	erkennen:	Informationen der Außenwelt werden ins Bewußtsein aufgenommen, d. h. zu Bewußtseins-Inhalten (BI) gemacht.
	erinnern:	Gedächtnisinhalte (GI) werden zu Bewußtseins-Inhalten gemacht.
produzierende Operationen	speichern:	Bewußtseinsinhalte werden zu Gedächtnis-Inhalten gemacht.
	auswerten:	Bewußtseinsinhalte werden mit anderen Bewußtseinsinhalten nach bestimmten Kriterien verglichen, um Entscheidungen ableiten zu können.
	konvergent denken:	Bewußtseinsinhalte werden mit dem Ziel eines richtigen oder traditionellen Ergebnisses bewußt verarbeitet.
	divergent denken:	Bewußtseinsinhalte werden mit dem Ziel möglichst vieler verschiedener Ergebnisse bewußt verarbeitet.

Bild 2: Das Modell der Internoperationen
von E. König und H. Riedel (1970)



Aufgrund dieser Anwendungsbreite ist das Modell z.B. gut geeignet, wenn es darum geht, Studenten der Unterrichtswissenschaft dazu zu verhelfen, gängige, aber simplifizierende und pauschalisierende Klassifizierungen zu erkennen, zu problematisieren und zu differenzieren. Am Beispiel des "Kontinuums von Lehr-Lern-Situationen" von Einsiedler (1978, S. 202), in dem bereits auf Internoperationen hinweisende Bezeichnungen enthalten sind, läßt sich das illustrieren (vgl. dazu Bild 3):

Die Pole dieses Schemas klassifizieren bestimmte extreme Lernsituationen als einerseits "produktorientiert - geschlossen - fremdgesteuert - wissensorientiert" und andererseits als "prozeß-orientiert - offen - selbstgesteuert - erfahrungsorientiert".

Natürlich sind Modellvorstellungen solch grober Art der didaktisch weniger differenziert denkenden Öffentlichkeit willkommen. Sie lassen sich sehr schnell aneignen und mögen deshalb sogar in der allerersten Phase didaktischer Ausbildung ihren Stellenwert finden. Gleichzeitig jedoch suggerieren sie falsche Vorstellungen, etwa daß produktorientiertes Lernen immer fremdgesteuert und prozeßorientiertes Lernen selbstgesteuert verlaufen müsse. Wie in vielen anderen methodischen Modellen werden auch hier verschiedene Funktionen des Unterrichts unzulässig vermengt, z.B.

- der Freiraum, den eine Lernsituation dem Lernenden gewährt (eine Frage der Kompliziertheit, Komplexität und Einbettung einer Lernsituation in anderes Geschehen),

- die Abfolge von Operationen einerseits und ihre Ergebnisse andererseits (eine "fremdgesteuerte" Folge von Operationen muß nicht an "Wissen" als Ergebnis orientiert sein),

- der Grad der Selbständigkeit, mit dem Lernen erfolgt (er hängt eben nicht nur vom Schwierigkeitsgrad des zu erlernenden Wissens, also dem Unterrichts-Ob-

* Für die erhaltenen Anregungen danke ich den an diesem Colloquium beteiligten Kollegen Pro. I. Breyer, Prof. H. Breyer, Prof. H. Draeger und Prof. Chr. Schacher.

jekt ab, sondern in hohem Maß davon, welche Art an Internoperationen die zur Verfügung gestellten Operations-Objekte zulassen oder verlangen),

Dozieren — Frageunterricht (konvergierend, divergierend) — Problemunterricht — Kleines Entdecken: Probleme extern, Lösungen selbständig — Großes Entdecken: Probleme und Lösungen selbständig

Fremdsteuerung
geschlossen
produktorientiert
Lehrziel: Wissen

Selbststeuererung
offen
prozeßorientiert
Lehrziel: Erfahrung

Bild 3: Unterricht als Kontinuum von Lehr-Lernsituationen (von W. Einsiedler 1978, S. 192)

- die Tätigkeit des Lernenden einerseits (z.B. "kleines oder großes Entdecken") und des Lehrenden andererseits (z.B. "dozieren").

Zwar fordert W. Einsiedler "eine allmähliche, schrittweise Einführung von selbstgesteuertem Lernen" (S. 202), doch liefert sein Modell dem Lehrer lediglich eine vage Vorstellung mancherlei Spielarten des Unterrichts. Hilfen hinsichtlich der Entscheidung, welche Spielart bei welchem Lernenden, bei welchem Unterrichtsziel und welchen Vorerfahrungen sinnvoll ist, können aus dem Modell nicht abgeleitet werden.

Betrachtet man nun das Schema von Einsiedler jedoch nur unter dem einen Aspekt der Selbständigkeit, so lassen sich zunächst vier grobe Stufen unterscheiden:

1. Nachvollziehendes Lernen: Dem Lernenden werden die (zu lernenden) Unterrichtsobjekte "mundgerecht" dargeboten.

2. Aufgabengesteuertes Lernen: Dem Lernenden werden nicht die Unterrichtsobjekte selbst dargeboten, sondern lediglich Erarbeitungsverfahren, mit denen er sich die Unterrichtsobjekte "selbständig" aneignen kann.

3. Problemgesteuertes Lernen: Weder Erarbeitungsverfahren bzw. Lösungswege noch die zu erwerbenden Unterrichtsobjekte werden geliefert. Der Lernende wird lediglich in eine Problemsituation versetzt.

4. Problementdeckendes Lernen: Dem Lernenden wird nicht einmal mehr ein Problem gestellt. Er wird lediglich mit Situationen konfrontiert, aus denen er "selbständig" Probleme analysiert, um sich erst dann Lösungswege bzw. Erarbeitungsverfahren und neue Unterrichtsobjekte anzueignen.

Aus Bild 4 gehen die jeweiligen Anteile von Selbständigkeit des Lernenden einerseits und von Steuerung seitens des Lehrenden andererseits hervor. Es gibt im Grunde eine vereinfachende Zusammenfassung der Qualitäten von Lernprozessen wieder, die in der Systemtheoretischen Didaktik schon seit 1969 unterschieden werden*.

Stufen der Selbständigkeit	vom Lehrer vorgegeben	"selbständig" vom Schüler erarbeitet
1. Nachvollziehendes Lernen	Information	?
2. Aufgabengesteuertes Lernen	Erarbeitungs-verfahren	Information
3. Problemgesteuertes Lernen	Problemstellung	Lösungsweg
4. Problementdeckendes Lernen	?	Information Lösungsweg Problemstellung

Bild 4 : Stufen von Selbständigkeit und Steuerung im Unterricht

Welche Bedeutung kommt nun aber dem Modell der Internoperationen im Zusammenhang mit diesen Stufen von Selbständigkeit und Steuerung zu? - Es läßt sich auf einer feineren Differenzierungsstufe anwenden, um die jeweils notwendigen Denkschritte und -leistungen auf allen vier Stufen zu beurteilen.

* Die von König/Riedel (1975, S. 80ff) beschriebenen Lernprozesse "Konditionierung" und "unbewußte Imitation" werden durch das "nachvollziehende Lernen" zusammengefaßt. Dem "aufgabengesteuerten Lernen" entspricht etwa der Lernprozeß der "bewußten Imitation". Die Stufen des "problemgesteuerten" und des "problementdeckenden" Lernens lassen sich zusätzlich durch die Lernprozesse "Relationentransfer" und "Elemententransfer" differenzieren.

Bei nüchterner Betrachtung stellt sich allerdings heraus, daß im normalen "Durchschnittsunterricht" fast ausschließlich die zweite Stufe der Selbständigkeit, also aufgabengesteuerter Unterricht realisiert wird (in der Hochschule schlimmerweise über weite Strecken lediglich die erste Stufe).

In der Darstellung von Einsiedler wird diese Stufe unzulässigerweise mit "Frageunterricht" gleichgesetzt. Bezieht man allerdings die Unterteilung in "divergierend" und "konvergierend" nicht auf die Fragen des Lehrers, wie der Autor dies tut, sondern auf die vom Lernenden zu erbringenden Denkleistungen, so deutet sich an, daß bereits das noch nicht revidierte Modell der Internoperationen weitere Unterscheidungen und Hilfen für die Analyse und die Konstruktion des Unterrichts liefern kann. An späterer Stelle werde ich zeigen, daß diese Hilfen sich auf zwei unterschiedlichen Ebenen realisieren lassen:

- zur Beurteilung der Selbständigkeit, mit der sich ein Lernender Informationen oder Techniken an einem geeigneten Operationsobjekt erarbeitet,

- zur Beurteilung des Fähigkeitsgrades hinsichtlich der Eigenständigkeit, die erkannten Informationen oder Techniken in neuen Situationen nutzbringend anwenden zu können.

Einige weitere kurze Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie sich das Modell der Internoperationen (wenn auch teilweise unter gleichzeitiger Nutzung weiterer Teilmodelle) dazu verwenden läßt, Forderungen zu differenzieren und zu realisieren, die sich aus altbekannten didaktischen Postulaten ergeben:

- "Kreativität": Das Modell der Internoperationen zeigt auf, welche Operationen systematisch und direkt oder nur indirekt ausgebildet werden können, welche dagegen nicht, außerdem, welchen Schwierigkeitsgrad einzelne Operationen besitzen und welche Breite an Operationsfähigkeit gefördert werden muß, um "kreative Leistungen" erwarten zu dürfen.

- "Variabilität des Unterrichts": Diese Forderung wird allzuoft mißverstanden: Die äußeren Formen des Unterrichts, etwa Externoperationen, Hilfsmittel, Interaktionen werden gewechselt, um den langen Schulvormittag erträglich zu gestalten. Wirkungsvoller ist die Variation hinsichtlich der geistigen Tätigkeit, also der Internoperationen innerhalb einer Unterrichtseinheit.

- "Sicherung der Unterrichtsergebnisse". Durch vielfältige und unterschiedliche Folgen produzierender Operationen wird ein sicheres Speichern erreicht und die Anwendungsfähigkeit hinsichtlich des Erlernten erhöht.

- "Vom Leichten zum Schweren": Die Forderung von Heckhausen u.a. nach einem "optimalen Schwierigkeitsgrad von Aufgaben" wurde empirisch nie abgesichert (sofern man Ergebnisse von Untersuchungen nicht einbezieht, die mit erheblichen methodischen Fehlern behaftet sind). Demgegenüber zeigt die empirische Untersuchung von M. Kloep 1982,

- daß Schüler bei freier Aufgabenwahl um so leichtere Aufgaben bevorzugten, je folgenschwerer ein Erfolg oder Mißerfolg war,

- daß sich die Freude an einer Tätigkeit mit steigender Erfolgsrate erhöht, daß sich eine gleichbleibend hohe Anstrengung nur mit einer hohen Erfolgsrate erzielen läßt,

- daß Techniken um so schneller gelernt werden und umso sicherer beherrscht werden, je leichter die Aufgaben sind, an denen sie geübt werden,

- daß die höchstmögliche Flexibilität problemlösender Aktivitäten immer die Folge einer ununterbrochenen Reihe von Erfolgen ist.

Damit erhält bis zur Stufe des aufgabengesteuerten Lernens die Forderung "vom Leichten zum Schweren" neues Gewicht. Interpretiert man sie nun auf einem andern Stand unterrichtswissenschaftlicher Kenntnis so, daß die jeweils neuen Aufgaben eine relativ hohe Erfolgswahrscheinlichkeit zulassen, so wird deutlich, daß im Unterrichtsprozeß nicht nur eine Stufung der Aufgaben hinsichtlich der Schwierigkeit des Unterrichtsobjekts (nach seiner Kompliziertheit und Komplexität) sondern ebenso eine Stufung hinsichtlich der auszuführenden Internoperationen berücksichtigt werden muß.

- Der "Lehrer als Helfer": Voraussetzung für die Analyse und gezielte Behebung von Ursachen bei nicht gelungenen Leistungen der Schüler ist die differenzierte Kenntnis der notwendigen Internoperationen. Nur auf dieser Grundlage läßt sich jener Punkt genau identifizieren, an dem der Schüler stockt oder scheitert, damit anschließend eine gezielte Hilfe erfolgen kann.

3. Zur Unterscheidung von Intern- und Externoperationen

Im vorangehenden Kapitel hatte ich ausgeführt, daß die Internoperationen u.a. geeignet sind, die Qualität eines Lernergebnisses zu beschreiben. Damit hatten wir schon sehr früh ein Instrumentarium zur Operationalisierung von Unterrichtszielen entwickelt, das einerseits eine genaue Kennzeichnung von Unterrichtszielen ermöglichte, andererseits die Mängel der Vorschläge von R. F. Mager (1965) vermeidet. Mager hatte u.a. postuliert, die Qualität der Lernergebnisse durch die Angabe von Externoperationen festzulegen. Das führte bald zu der negativen Folge, daß weniger die Qualität des Lernens als die zu überprüfende Leistung in den Mittelpunkt unterrichtlichen Tuns gerückt wurde.

Nun sind zwar bei allen Handlungen des Menschen stets externe und interne Operationen mitbeteiligt. Doch läßt sich von Beobachtungen ausgeführter Externoperationen allein nicht auf den Vollzug bestimmter Internoperationen schließen: Ich schreibe gerade einen Teil dieses Aufsatzes. Dabei ist allerdings die Bedeutung des Schreibvorganges, also die Art der Externoperation, weniger wichtig. Sie ließe

sich durch andere Externoperationen leicht ersetzen: Ich muß meine Gedanken nicht unbedingt mit einem Schreibstift zu Papier bringen, ich könnte auch auf einer Schreibmaschine oder einer Datenverarbeitungsanlage "tippen", ich könnte meine Einfälle auf Tonband sprechen und von jemand anderem schreiben lassen. Wichtiger bei meiner Arbeit sind die gedanklichen Vollzüge, also die Internoperationen. Daher ist die Kennzeichnung von Unterrichtszielen durch Externoperationen nur in jenen Fällen sinnvoll, bei denen es um die Ausbildung von Externtechniken geht.

Wie wichtig die gesonderte Ausbildung von Intern- und Externoperationen ist, wird schon daran ersichtlich, daß Spitzensportler, deren Leistungen sich scheinbar allein aus dem Vollzug von Externoperationen ergeben, von ihren Trainern in verstärktem Maße zu "mentalem" Training angehalten werden. Noch wichtiger als im Sport ist die Unterscheidung in anderen Unterrichtsbereichen: Ein Bild wird gemalt. Dem Malergebnis ist nicht zu entnehmen, ob die Darstellung durch Transformation realer oder nicht-ikonischer Vorlagen oder durch "einfaches Nachmalen" eines vorgelegten Bildes zustandegekommen ist. Entsprechendes gilt für das Vortragen eines Gedichtes, das Erlernen der schriftlichen Multiplikation, das Erfassen von Problemen der Müllentsorgung.

Hinzu kommt, daß in der Umgangssprache Wörter, die ursprünglich nur externe Operationen bezeichneten, auch auf andere, psychische Prozesse, also interne Operationen, übertragen werden. So wird das Wort "sehen" verwendet, um auszudrücken, daß man mit dem Auge Gegenstände der Umwelt wahrnimmt, aber auch, um eine Erkenntnis zu formulieren: "Ich sehe (ein), daß ich im Unrecht bin."

Interne und externe Operationen lassen sich von zwei Aspekten her eindeutig unterscheiden:

- aufgrund der Beobachtbarkeit
- durch die Art des jeweils verarbeiteten Gegenstandes.

Externe Operationen lassen sich von Außenstehenden direkt *beobachten*, weil Effektoren (Muskeln) die ausführenden Organe sind und eine Veränderung der Umwelt bewirken. Allerdings lassen sich hinsichtlich der Beobachtbarkeit zwei Gruppen von Externoperationen unterscheiden:

Externoperationen wie Laufen, Schrauben, Tasten, Rufen lassen sich besonders leicht beobachten, weniger leicht dagegen solche wie Sehen, Hören, Riechen. Obwohl diese Operationen der Beobachtung weniger zugänglich sind, etwa aufgrund von Augenbewegungen, Kopfbewegungen oder besonders deutlicher Atmung durch die Nase, werden sie den Externoperationen zugeordnet, da sie den Kontakt zwischen Außenwelt und Großhirn bewerkstelligen.

Die Beobachtbarkeit der Externoperationen ist die Ursache dafür, daß die Umgangssprache für diesen Bereich auch über ein reichhaltiges Repertoire (relativ) eindeutiger Bezeichnungen verfügt, ganz im Unterschied zu Internoperationen, die der direkten Beobachtung überhaupt nicht zugänglich sind. Welcher Lehrer hat sich nicht schon durch die scheinbar aufmerksam folgenden Blicke eines Schülers täuschen lassen, der gleichzeitig ganz anderen Gedankengängen nachhängt.

Das hat auch mit dem Operationsgegenstand zu tun. Beim Vollzug von Internoperationen werden *Informationen* verarbeitet. Löst man eine mathematische Aufgabe, plant man einen Tagesausflug oder genießt man ein Konzert, so ist für die jeweilige Tätigkeit allein der Informationsumsatz entscheidend.
Natürlich bedarf die Informationsverarbeitung auch geringer Mengen elektrochemischer Energie. Diese stellt jedoch lediglich eine physiologische Voraussetzung dar und kann daher bei der Analyse des Operationsvollzugs vernachlässigt werden.

Bei Externoperationen dagegen stehen die Art, die Intensität, die Genauigkeit des *Energie* - Umsatzes im Vordergrund, etwa beim Aufkleben eines Bildes oder beim Spielen einer Tonleiter auf einem Tasteninstrument. Die Informationsverarbeitung geschieht hier meist unbewußt und vollzieht sich auf untergeordneter Ebene.

H. und I. Breyer (1975, S. 370) haben auf einen wichtigen Aspekt zum Verhältnis von Extern- und Internoperationen hingewiesen: Bei vielen Schülern sind Lernbereiche mit hohem Anteil von Externoperationen besonders beliebt, etwa Sport, Werken, Bildnerisches Gestalten. Die hier relativ hohe Motivation sollte jedoch nicht direkt auf die Externoperationen zurückgeführt werden, sondern auf die Möglichkeit der Schüler wegen der Beobachtbarkeit dieser Operationen auch den Erfolg ihrer Lernhandlungen direkt erkennen zu können.

Das führt zu der didaktischen Forderung, in Lernbereichen mit gewöhnlich geringeren Anteilen "praktischer Vollzüge" durch geeignete Operationsobjekte dafür zu sorgen, daß den Schülern auch hier ihre Erfolge deutlich "sichtbar" gemacht werden.

4. Ausblick

Ich habe dargestellt,

- welche Bedeutung einem Modell der Internoperationen innerhalb der Unterrichtswissenschaft zukommt,
- aus welchen Gründen eine saubere Unterscheidung von Internoperationen einerseits und Externoperationen andererseits für Unterrichtsprozesse wichtig ist,
- daß das von der Systemtheoretischen Didaktik seit zei Jahrzehnten verwendete Modell der Internoperationen dennoch revisionsbedürftig ist.

Die Darstellung des revidierten Modells soll in einem weiteren Aufsatz folgen.

Schrifttum

AEBLI, H.:Psychologische Didaktik. Didaktische Auswertung der Psychologie von Jean Piaget. Klett, Stuttgart, 1962 (2. Aufl. 1966)
BREYER, H. und BREYER, I.: Zum Begriff der Operation in der Systemtheoretischen Didaktik. In: Sachunterricht und Mathematik in der Grundschule 8/75, S. 365-370
BREYER, I., RIEDEL, H., SIEGMUND, A.: Kontrollexperimente zur Schwierigkeitsstufung zweier Internoperationen. GrKG Bd. 27, Heft 2 (1986), S. 61-73
BREYER, I./RIEDEL, H.: Vergleichsuntersuchung zum Schwierigkeitsgrad der Interoperationen AUSWERTEN und KONVERGENTES DENKEN. GrKG Bd. 27, Heft 4 (1986), S. 161-176
DRAEGER, H.: Systemtheoretische Didaktik und Grundschulunterricht. In: Bild der Schule 12, 1972, S. 441-451

EINSIEDLER, W.: Selbststeuerung und Lernhilfen im Unterricht. In: H. Neber u.a. (Hrsg.): Selbstgesteuertes Lernen. Beltz, Weinheim u. Basel 1978, S. 193-213
GUILFORD, J.P.: Three Faces of Intellect. In: Wisemann, St.: Intelligence and Ability. Penguin Modern Psychology, 1959
KLOEP, M.: Zur Psychologie der Aufgabenschwierigkeit. P. Lang, Ffm., 1982
KÖNIG, E. und RIEDEL, H.: Skizze eines Systems zur soziotechnischen Objektivierung der Planung von Lernsituationen. GrKG 3, 1969
KÖNIG, E. und RIEDEL, H.: Unterrichtsplanung als Konstruktion. Beltz, 1970
KÖNIG, E. und RIEDEL, H.: Unterrichtsplanung I. Konstruktionsgrundlagen und -kriterien. Beltz, Weinheim u. Basel, 1975
MAGER, R.F.: Preparing Objectives for Programmed Instructions. San Francisco, 1961. Deutsch: Lernziele und Programmierter Unterricht. Beltz, 1965
RIEDEL, H.: Von der Lernsituation zum Planungssystem. In: König/Riedel 1973, S. 19-96
RIEDEL, H.: Zum Standort der Systemtheoretischen Didaktik. In: Riedel, H. (Hrsg.): Standort und Anwendung der Systemtheoretischen Didaktik. Kösel, München, 1979
RIEDEL, H.: Vorbereitung eines Experiments zur Schwierigkeitsstufung von Internoperationen GrKG Bd. 26, Heft 3 (1985a), S. 99-110
RIEDEL, H.: Aufbau und Ergebnisse eines Falsifikationsexperiments zur Schwierigkeitsstufung von Interoperationen. GrKG Bd. 26, Heft 4 (1985b), S. 163-176
RIEDEL, H.: Muster eines Algorithmus zur Realisation unterrichtswissenschaftlicher Falsifikationsexperimente. GrKG Bd. 27, Heft 3 (1986), S. 105-117
RYLE, G.: Denken. In: Graumann, C.F. (Hrsg.): Denken. Kiepenheuer & Witsch, 1965

Eingegangen am 1. Juni 1990

Anschrift des Autors:Prof.H.Riedel, Muthesiusstr.4, D-1000 Berlin 41

Kurzfassung
Die Bedeutung eines Modells der Interoperationen für die Unterrichtswissenschaft, insbesondere für die Analyse und Konstruktion von Denk- und Lernhandlungen wird dargestellt, außerdem die Notwendigkeit, das bislang verwendete Modell für Zwecke der Lehre und Forschung zu revidieren.

grkg / Humankybernetik
Band 31 · Heft 3 (1990)
verlag modernes lernen

FUZZY - pragmatische Information

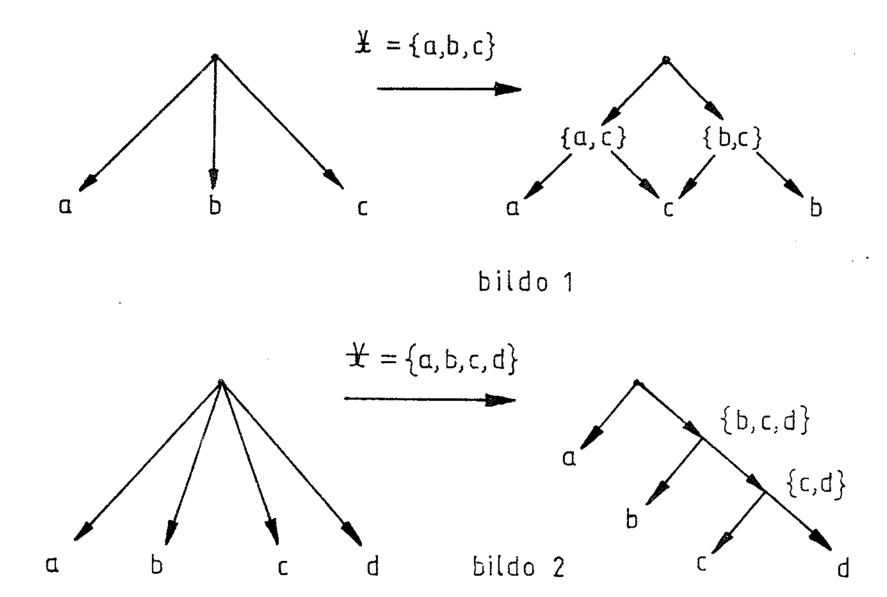
von Zdeněk Půlpán, Hradec Králové (CS)

aus der Pädagogischen Fakultät Hradec Králové (CS)

In unseren früheren Arbeiten (z.B. Půlpán 1981, 1986, 1988) beschäftigten wir uns mit dem Informationsmaß, das wir als semantisch genannt haben. Hier zeigen wir einige Bewertungsmöglichkeiten der sogenannten fuzzy - pragmatischen Information.

1. Das elementare Entscheiden

Man kann jeden Entscheidungsprozeß auf eine Nachfolge einfacherer Entscheidungen zerlegen. Die einfachste Entscheidung stammt aus zwei Alternativen (die sogenannte dichotomische). Alle anderen Entscheidungsprozesse lassen sich als Summe dichotomischer Entscheidungen fassen, wie z.B. folgende Bilder 1,2 zeigen, wobei X die Menge der Alternativen darstellt.



Im Hinblick auf die Entscheidungspraxis ist die Wahl zwischen zwei Alternativen zuverlässiger als die auf einmal zwischen mehreren Alternativen.

Den Entscheidungsprozeß kann man quantitativ mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsapparates beschreiben, u.zwar unter der Voraussetzung, daß man die Wahrscheinlichkeiten einzelner Alternativen kennt oder abschätzen kann. Hier setzen wir aber voraus, daß wir bloß die Wahlstufe μ_R^i der bestimmten i-Alternative von n möglichen Entscheidungen des Respondenten abschätzen, $\mu_R^i \in < 0,1 >$ für i = 1,2 ...., n. Der Wert $\mu_R^i = 0$,evtl 1 bedeutet das kategorische Entscheiden: die Unentschiedenheit, evtl. die Entscheidung für die Alternative i. Dieser Wert muß die ähnliche Bedingung $\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$ für die Wahrscheinlichkeiten aus dem ganzen System einzelner Alternativen μ_E^i nicht erfüllen, es kann auch $\sum_{i=1}^{n} \mu_R^i \neq 1$ gelten.

Für jede überlegte Entscheidung sind zusätzliche Informationen nötig. Die Information des Respondenten ist relativ u.zwar mit Bezug auf die Information der wesentlichen Quelle (die eine Person oder eine Sache sein kann, z.B. ein Lehrer oder ein Buch, allgemein "Expert" genannt), welche auch ihre Entscheidungsstufe μ_E^i für i-Alternative hat, und zwar $\mu_E^i \in < 0,1 >$.

Zum Beispiel braucht der Schüler zur Antwort auf eine Frage eine Information, auf Grund derer er für die Aufnahme einer gewissen Alternative mit der Wahlstufe μ_R entscheidet. Wenn die Informationsquelle für den Schüler in diesem Falle überwiegend der Lehrer ist, muß man für die Schätzung der Unbestimmtheit sowohl die Entscheidung des Schülers als auch die Stufe μ_E des Aufnehmens derselben Alternative durch den Leher erwägen.

Die Wahlstufe der Alternative μ hat den Wert desto näher 1, je die Wahl der Alternative sicherer ist.

Die Information können wir auf Grund der Abschätzung der Unbestimmtheit messen, z.B. mit Hilfe der Shannonschen Relation für die Entropie, für deren Benützung wir aber die Kenntnis der Wahrscheinlichkeitsverteilung auf der Menge der sich durcheinander entscheidenden Alternativen voraussetzen. Je unbestimmter das Entscheiden ist, desto mehr Informationen die Nachricht über deren Erfolg bringt.

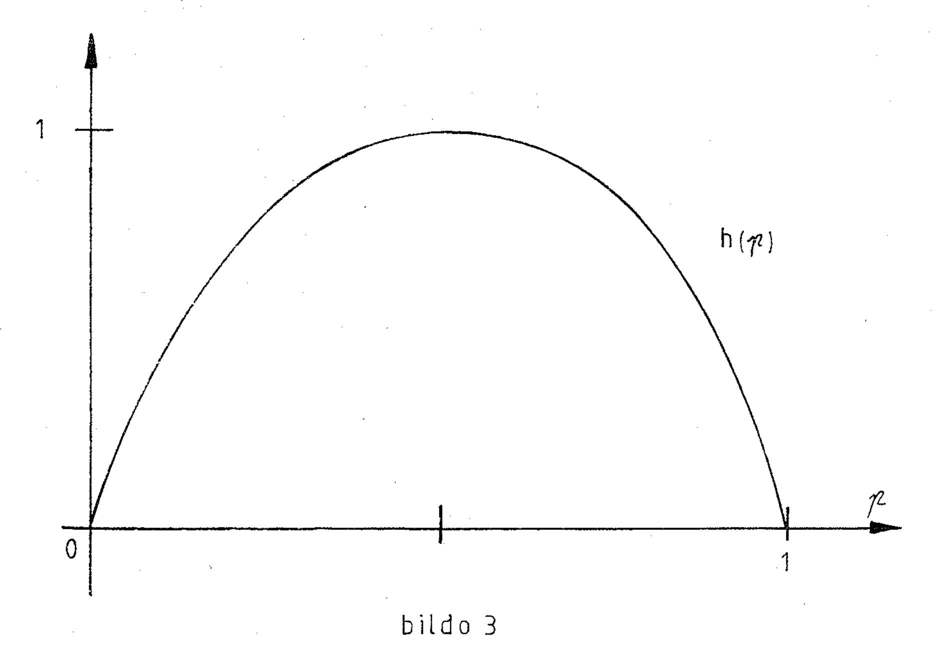
Die Unbestimmtheit der i-Alternativen, die mittels μ_R^i und μ_E^i geschätzt wird, werden wir μ_E^i -fuzzy-Entropie nennen. Mittels der - fuzzy-Entropie werden wir die μ_E^i -fuzzy semantische Information gewisser Alternative schätzen.

2. μ_E -fuzzy-Entropie

Wenn in der endlichen Menge X = { x1, x2,...., xn } eine Wahrscheinlichkeitsverteilung $P_{(x_i)} = p_i$ ($i = 1, 2, ..., n$) ist, wo $\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$, dann bezeichnen wir als Entropie die Größe H (X), die mittels der Shannonschen Relation bestimmt ist (1), und zwar $H(x) = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log_2 p_i$ $[bit]$ $\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$

Die Entropie H (X) drückt das Wahrscheinlichkeitsmaß der Unbestimmtheit bei der Wahl irgendeinen Symbols $x_i \in X$ aus. Es gilt: $0 \leq H(X) \leq \log_2 n$

Die Unbestimmtheit der Wahl $x_i \in X$ wächst mit dem Wert von H (X). Wenn die Menge X aus zwei Elementen besteht, X = $\{x_1, x_2,\}$ dann kann man die Entropie H (X) als Funktion einer Veränderlichen p ausdrücken, wo $p(x_1) = p$, $p(x_2) = 1 - p$, $0 < p < 1$
$H(X) = -p \log_2 p - (1-p) \log_2 (1-p) = h(p)$. Auf dem Bild 3 ist der Graph dieser Funktion h (p) für $0 \leq p \leq 1$ beschrieben (wir definieren weiter h(0) = h(1) = 0).



bildo 3

Im Falle des Entscheidens über eine gewisse Alternative, z.B. x_1, können wir die Information, die zum Entscheiden von deren Auswahl nötig ist, als sogenannte Transinformation ("transmitted information", Tondl 1988) nach $I_{(x_1)} = h(p) - h(p')$ $[bit]$ abschätzen, wo für p bzw. p', apriori bzw. aposteriori Wahrscheinlichkeit der Alternativauswahl x_1 ist.

Wir sehen, daß in dieser Auffassung die Information I (x_1) auch negativ sein kann (wenn h (p) < h (p')).

Hier ist als Standard für das Messen der Information die Entropie h (p). Beide Entropien h (p) und h (p') betreffen eine Person, d.h. einen Respondeten. Deswegen können mit Hilfe von I (X) nicht die absoluten Informationen verschiedener Respondenten vergleichen. Wenn p bzw. p' aus einer gewissen Population abgeschätzt wird, dann ist I (X) als Charakteristik "eines durchschnittlichen Respondenten der Population zu vestehen. Das Schätzen der Wahrscheinlichkeit p eines einzigen Respondenten ist oft nicht möglich.

Das Maß der Information, die zu der Entscheidung x_1 bei dem bloß dichotomischen Entscheiden genützt wurde - wenn X = {x1,x2} , wo x1 "die richtige Alternative" bezeichnet - können wir auch z.B. mittels $I^s(X)$ noch bestimmen:

$I^s(X) = 1 - h(p)$ *für* $p \geq 0{,}5$

$I^s(X) = - \mid 1 - h(p) \mid$ *für* $p < 0{,}5$

wo p eine aposteriori Wahrscheinlichkeit der Auswahl "der richtigen Alternative" x_1 bezeichnet.

Dann gilt $I^s(X) \in <-1{,}1>$. Der negative Wert $I_s(X)$ kann als "Maß des Irrtums" und der positive Wert als "Maß der Belehrung" interpretiert werden.

Benützen wir einige vorherige Gedanken zur Konstruktion eines solchen Ausdruckes für die Entropie, der von den Stufen der Auswahl einer gewissen Alternative μ_R, μ_E bestimmt würde und der ein Grund der Relationsbestimmung für fuzzy pragmatische Information einer anderen Alternative sein könnte.

Mit Hilfe des Zeichens $H\mu_E$ bestimmen wir die Entropie des Respondenten, die zu einer anderen Alternative gehören wird, wenn die Wahlstufe des "Experten" $\mu_E, \mu_E \in <0{,}1>$ ist. Schreiben wir die Bedingungen zusammen, die diese Bezeichnungen erfüllen sollten:

a) Die Entropie $H\mu_E$ muß zu der Stufe μ_E bezogen werden und muß als Funktion zu der Stufe μ_R bezogen werden $H\mu_E : \mu_R \rightarrow H\mu_E(\mu_R)$, und muß das Interval $<0{,}1>$ auf $<0{,}1>$ abbilden.

b) Es muß gelten $H\mu_E(\mu_E) = 0$.

c) Für den Maximalwert der Funktion $H\mu_E$ im Punkte $\hat{\mu}_R$ (wenn er existieren sollte) muß gelten

$H\mu_E(\hat{\mu}_R) = 1 <=> \hat{\mu}_R = \mu_E + 0{,}5$, *wenn* $\mu_E \leq 0{,}5$

$\mu_E - 0{,}5$, *wenn* $\mu_E > 0{,}5$,

d) Für der Verlauf der Funktion $H\mu_E$ muß gelten:

α) Wenn, $0 < \mu_E < \hat{\mu}_R < 1$,dann $H\mu_E$ in $<0, \mu_E>$ nicht wachsend, in $<\mu_E, \hat{\mu}_R>$ nicht fallend, in $<\hat{\mu}_R, 1>$ nicht wachsend sein wird.

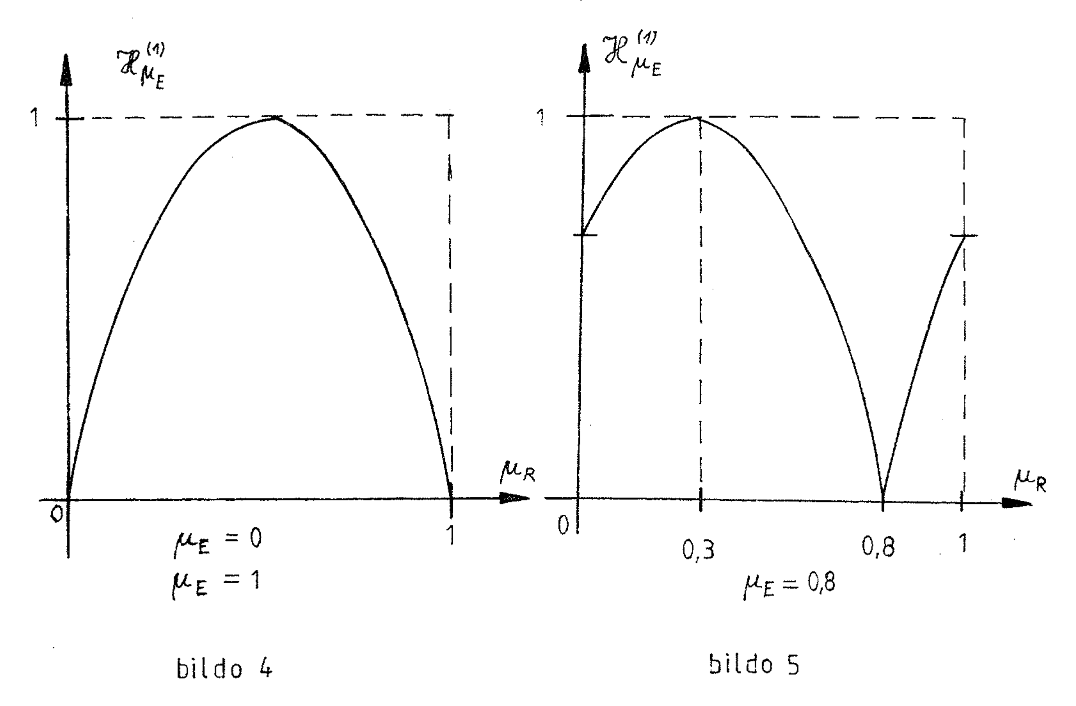
β) Wenn $0 < \hat{\mu}_R < \mu_E < 1$, dann $H\mu_E$ in $<0, \hat{\mu}_R>$ nicht fallend, in $<\hat{\mu}_R, \mu_E>$ nicht wachsend, in $<\mu_E, 1>$ nicht fallend sein wird.

Die Eigenschaften a),b),c),d) erfüllt z.B. die Funktion $H^{(1)}_{\mu_E}(\mu_R)$, die so definiert ist:

$$H^{(1)}_{\mu_E}(\mu_R) = h(\mu_R + (1 - \mu_E)) \text{ für } 0 \leq \mu_R \leq \mu_E$$
$$h(\mu_R - \mu E) \text{ für } \mu_E \leq \mu_R \leq 1 \; ,$$

wo h die Funktion (3) ist. Auf dem Bild 4 ist der Graph der Funktion $H^{(1)}_0$ bezeichnet, das dem Graphen $H^{(1)}_1$ gleich ist, weil $H^{(1)}_0(\mu_R) = H^{(1)}_1(\mu_R) = h(\mu_R)$

Auf dem Bild 5 ist der Graph der Funktion $H^{(1)}_{0,8}$ bezeichnet.



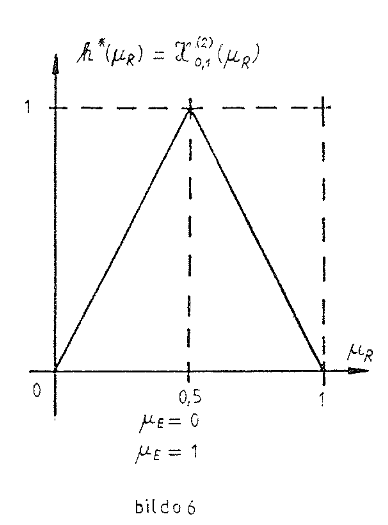
bildo 4 bildo 5

Die Eigenschaften a),b),c),d) erfüllt z.B. auch die Funktion $H^{(2)}_{\mu_E}(\mu_R)$, die als $H^{(1)}_{\mu_E}(\mu_R)$ durch die Beziehung (6) definiert ist, wo wir aber statt der Funktion h die Funktion h* schreiben, die mit Hilfe der Formel (7) bestimmt wird:

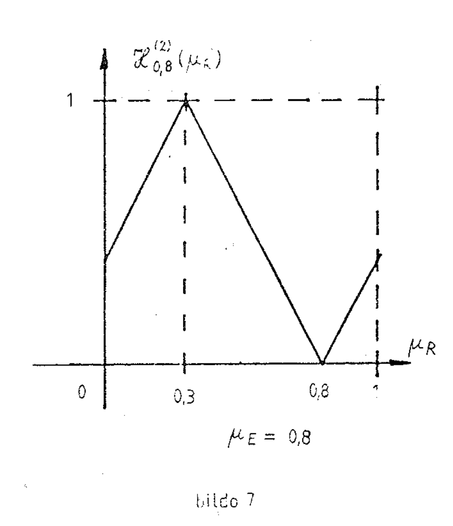
$h^*(\mu_R) = 2\mu_R$ *für* $0 \leq \mu_R \leq 0{,}5$

$-2\mu_R + 2$ *für* $0{,}5 \leq \mu_R \leq 1$

Auf dem Bild (6) ist der Graph der Funktion $H^{(2)}_0(\mu_R)$ eingezeichnet, welcher derselbe wie der Graph $H^{(2)}_1(\mu_R)$ ist. Auf dem Bild 7 ist der Graph der Funktion $H^{(2)}_{0,8}(\mu_R)$ zu sehen.



bildo 6



bildo 7

Die Eigenschaften a),b),c),d) bestimmen also die Form der Funktion $H\mu_E$ nicht eindeutig.

Die Definition 1: Wir nennen jede Funktion $H\mu_E(\mu_R)$ der Veränderlichen μ_R, die $<0,1>$ auf $<0,1>$ abbildet und die die Bedingungen a),b),c),d) erfüllt, eine μ_E-fuzzy-pragmatische Entropie.

Wenn eine μ_E-fuzzy-pragmatische Entropie mit Hilfe der Funktion $H^{(1)}_{\mu_E}$, bzw. $H^{(2)}_{\mu_E}$, ausgedrückt wird, wird sie in den Einheiten bit angegeben, oder wir wählen eine Einheit mit der Bezeichnung lit.

3. Fuzzy-pragmatische Information

Widmen wir uns jetzt der Schätzung des Teiles der Information, die aus der Standardquelle mit der Stufe μ_E bei der Wahl einer gewissen Alternative übernommen wurde, die der Respondent bei der Wahl derselben Alternative mit der Stufe μ_R ausnützt. Die gesuchte Information nennen wir μ_E -fuzzy-pragmatische Information und bezeichnen sie mit $I^p_{\mu_E}$. Für deren Bestimmung nützen wir die Gedanken aus, die zu der Trans-Information $I^s(X)$ für das dichotomische Entscheiden führen. Gehen wir von den intuitiven Bedürfnissen *für* $I^p_{\mu_E}$ aus:

a) Für $\mu_E \geq 0,5$, bzw. für $\mu_E \leq 0,5$:

Wenn $\mu_R > \hat{\mu}$, bzw. $\mu_R < \hat{\mu}$ ist, dann muß gelten, daß für das geringere (größere) $H\mu_E(\mu_R)$ das Ausnützen der Information des Expertes für die Entscheidung von der Aufnahme der Alternative größer (geringer) ist.
Wenn $\mu_R < \hat{\mu}$ bzw. $\mu_R > \hat{\mu}$ ist, muß gelten, daß für das größere $H\mu_E(\mu_R)$ auch das Maß der Anwendung "einer anderen Information" zur Entscheidung von der Aufnahme einer Alternative größer ist.

b/ $I^p_{\mu_E}(\hat{\mu}) = 0,$

$I^p_{\mu_E}(\mu_E) = 1$

Man kann beweisen, daß die eingeführten Bedingungen von der Funktion $I^p_{\mu_E}$ erfüllt werden, die mit der folgenden Definition bestimmt wird.

Definition 2: Wir werden unter der μ_E -fuzzy-pragmatischen Information jede Funktion $I^p_{\mu_E}(\mu_R)$ der Veränderlichen μ_R verstehen, die mittels der μ_E -fuzzy-pragmatischen Entropie $H\mu_E(\mu_R)$ so bestimmt wird:
Wenn $\mu_E > 0,5$:

$$I^p_{\mu_E}(\mu_R) = 1 - H\mu_E(\mu_R) \quad \textit{für} \quad \hat{\mu} \leq \mu_R \leq 1$$
$$- (1 - H\mu_E(\mu_R)) \quad \textit{für} \quad 0 \leq \mu_R \leq \hat{\mu};$$

wenn $\mu_E < 0,5$

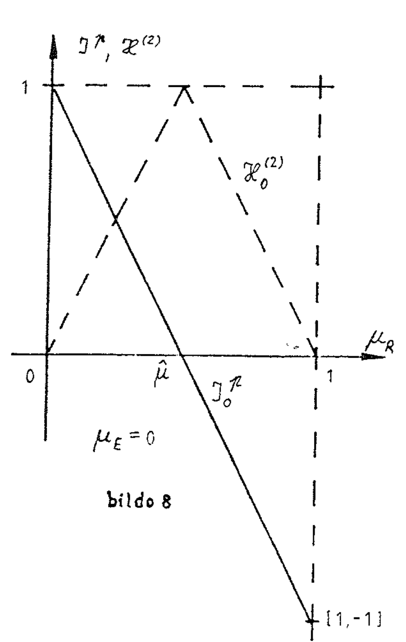
$$I^p_{\mu_E}(\mu_R) = 1 - H\mu_E(\mu_R) \quad \textit{für} \quad 0 \leq \mu_R \leq \hat{\mu}$$
$$- (1 - H\mu_E(\mu_R)) \quad \textit{für} \quad \hat{\mu} < \mu_R < 1$$

Wenn die μ_E -fuzzy-pragmatische Entropie mittels der Funktion $H^{(1)}_{\mu_E}$, bzw. $H^{(2)}_{\mu_E}$, ausgedrückt wird, wird die μ_E -fuzzy-pragmatische Information $I^p_{\mu_E}$ in einzelnen bit-Einheiten gegeben, evtl. wählen wir die Einheit mit der Bezeichnung lit.

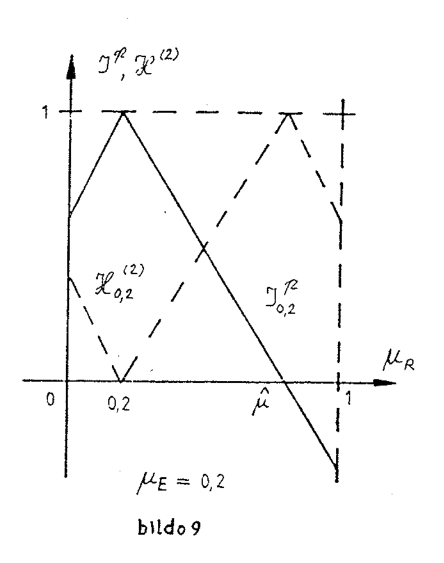
Auf den Bildern 8, 9, 10, 11 sind nacheinander die Graphen der Funktion $I^p_0, I^p_{0,2}, I^p_{0,8}, I^p_1$ eingezeichnet, die sich aus $H^{(2)}_{\mu_E}(\mu_R)$ zusammensetzen.

Wenn jetzt der Entscheidungsprozeß "n" mögliche Alternativen $x_1, x_2, \ldots, x_n$ hat, können wir mit Hilfe der μ_E -fuzzy-pragmatischen Information der einzelnen Alternativen $I^p_{\mu_E i}$ (i = 1, 2 ...., n) die R - E fuzzy-pragmatische Information der Entscheidung $\underset{\sim}{I}^p(R/E)$ als fuzzy-Menge bestimmen

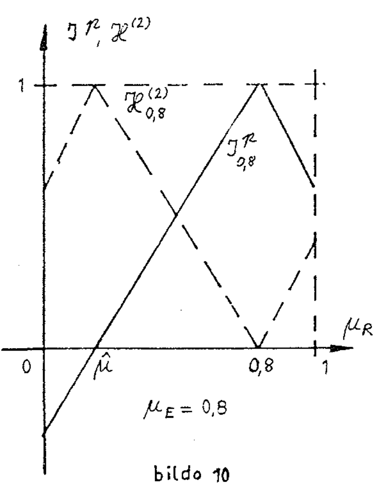
$$\underset{\sim}{I}^p(R/E) = \{ x_i / I^p_{\mu_E i} \ ; \ i = 1;2;....,n \}; \quad (8)$$



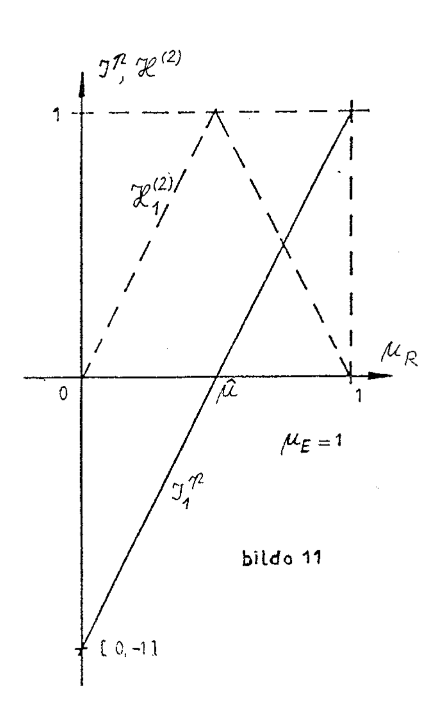
bildo 8



bildo 9



bildo 10



bildo 11

Mittels der fuzzy-Menge $I^{p}(R/E)$ können wir die Information, die von dem Respondenten zur Entscheidung auf Grund der von dem "Experten" angebotenen Information genützt wird, schätzen.

4. Benützung der fuzzy-pragmatischen Information in der Medizin

Die Palpationsuntersuchung eines Ortes der Wirbelsäule soll folgende möglichen Alternativen haben:

x1 - "die Funktionsstörung kommt vor",
x2 - "die Funktionsstörung wird ausgeschieden",
x3 - "die Funktionsstörung kann man nicht feststellen."

Bei dieser Alternativen ist der "Expert" fähig, mit der Stufe $\mu_E^1 = 0{,}9$, $\mu_E^2 = 0{,}6$ und $\mu_E^3 = 0{,}2$, und der Respondent (ein bestimmter Arzt) mit den Stufen $\mu_R^1 = 0{,}7$, $\mu_R^2 = 0{,}5$, $\mu_R^3 = 0{,}7$ zu identifizieren, d.h. wir setzen voraus, daß diese fuzzy-Mengen gegeben werden:

$$\underset{\sim}{X}_E = \{x_1/0{,}9\,, x_2/0{,}6\,, x_3/0{,}2\}\,,$$

$$\underset{\sim}{X}_R = \{x_1 / 0{,}7\,, x_2 / 0{,}5\,, x_3 / 0{,}7\}$$

Wir bestimmen zuerst $H^{(1)}_{\mu_E^i}$ (i = 1,2,3):

$$H^{(1)}_{0,9}(0{,}7) = h(0{,}8) = 0{,}722 \text{ bit},$$

$$H^{(1)}_{0,6}(0{,}5) = h(0{,}9) = 0{,}469 \text{ bit},$$

$$H^{(1)}_{0,2}(0{,}7) = h(0{,}5) = 1{,}000 \text{ bit}.$$

Aus diesen Werten bekommen wir dann die zugehörige fuzzy-Menge der pragmatischen Information einzelner Alternativen $I^{p^1}_{\mu_E^i}$, (i = 1, 2, 3):

$$I^{p\,1}_{0,9}(0{,}7) = 0{,}278 \text{ bit},\quad I^{p\,1}_{0,6}(0{,}5) = 0{,}531 \text{ bit},\quad I^{p\,1}_{0,2}(0{,}7) = 0{,}000 \text{ bit}.$$

Die fuzzy-pragmatische Information der Entscheidung $\underset{\sim}{I}^{p1}(R/E)$ ist also $\underset{\sim}{I}^{p1}(R/E) = \{x_1 / 0{,}278,\ x_2 / 0{,}531,\ x_3 / 0\}$.

Wenn wir die fuzzy-pragmatische Entropie $H^{(2)}_{\mu_E}$ benützen, bekommen wir

$$H^{(2)}_{0,9}(0{,}7) = h^*(0{,}8) = 0{,}4 \text{ lit},$$

$$H^{(2)}_{0,6}(0{,}5) = h^*(0{,}5) = 0{,}2 \text{ lit},$$

$H^{(2)}_{0,2}(0,7) = h^*(0,7) = 1$ lit.

Die fuzzy-pragmatische Information einzelner Alternativen sind dann
$I^{p\,2}_{0,9}(0,7) = 0{,}6$ lit, $I^{p\,2}_{0,6}(0,5) = 0{,}8$ lit, $I^{p\,2}_{0,2}(0,7) = 0$ lit.
Dann können wir die fuzzy-pragmatische Information der Entscheidung wie $\underset{\sim}{I}^{\,p2}(R/E) = \{x_1/0{,}6,\ x_2/0{,}8,\ x_3/0\}$ schreiben.

Wie wir aus $\underset{\sim}{I}^{\,p1}$ (R/E), so wie auch aus $\underset{\sim}{I}^{\,p2}$ (R/E) urteilen können, nutzt der Respondent am meisten die Kenntnisse des "Experten" bei dem Entscheiden mit der Alternative x_2 und am wenigstens mit der Alternative x_3 aus.

Die Wahl der zugehörigen fuzzy-pragmatischen Entropie hängt von den Erfahrungen bei der konkreten Benützung ab. Wir benützen aber oft bloß die Werte der Zustandsfunktion in $\underset{\sim}{I}^{\,p}$ zum Vergleich der fuzzy-pragmatischen Informationen einzelner Varianten und dann gibt es z.B. keinen Unterschied zwischen der Reihenfolge der Varianten in $\underset{\sim}{I}^{\,p1}(R/E)$ und $\underset{\sim}{I}^{\,p2}(R/E)$.

5. Benützung der fuzzy-pragmatischen Entropie im pädagogischen Entscheiden

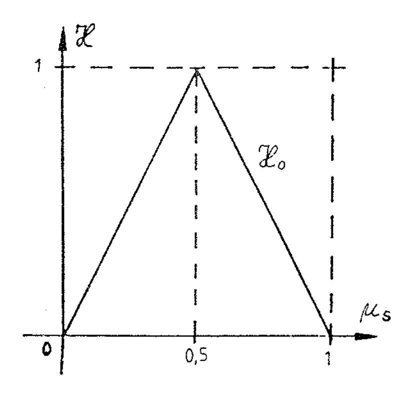
Es soll die apriori Abschätzung des Lehrers von der Zweckmäßigkeit einer gewissen Erklärung mittels des Wertes μ_L, $\mu_L \in <0,1>$ quantifiziert werden. Wenn $\mu_L = 0$, bzw. $\mu_L = 1$, ist, bedeutet es, daß die Erklärung unter gewissen Umständen unzweckmäßig oder zweckmäßig ist.

Bezeichnen wir mittels $\mu_L{}^*$ die Erklärung $\mu_L - 0{,}5 = \mu_L{}^*$, wenn $\mu_L \geq 0{,}5$, und für die übrigen Werte μ_L aus dem Interval $<0\,;0{,}5)$ legen wir $0{,}5 + \mu_L = \mu_L{}^*$.

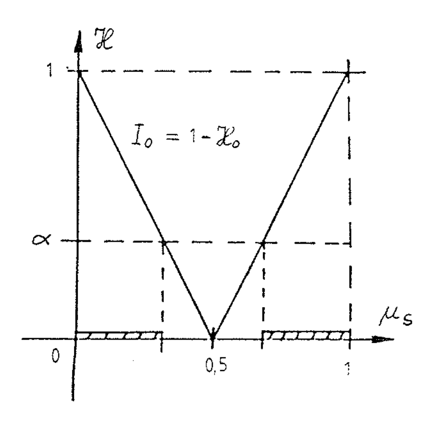
Dann können wir die $\mu_L{}^*$-fuzzy-pragmatische Entropie $H\mu_L{}^*(\mu_s)$ bestimmen, wo μ_s die aposteriori Schätzung des Erfolges des Studenten ist, die dem Unterricht mit bestimmter Erklärung unterzogen ist, $\mu_s \in <0,1>$. Die Schätzung μ_s kann man z.B. auch für einen Studenten aus dem relativen Erfolg in den Antworten auf die Serie der Testfragen feststellen.

Auf den Bildern 12a, 13a, 14a sind die Verläufe gewisser zweckmäßigen Funktion $H\mu_L{}^*(\mu_s)$ fortschreitend für
$\mu_L = 0{,}5\ (d.h.\ \mu_L{}^* = 0)$, $0{,}5 < \mu_L < 1\ (d.h.\ 0 < \mu_L{}^* < 0{,}5)$ und für $\mu_L \leq 0{,}5\ (d.h.\ 0{,}5 \leq \mu_L{}^* \leq 1)$ eingezeichnet.
Man kann die Funktion $I\mu_L{}^*(\mu_s) = 1 - H\mu_L{}^*(\mu_s)$ als Transinformation interpretieren, die aus den Angaben von dem Erfolg der Erklärung mit Rücksicht auf den apriori Erfolg des Lehrers gewonnen wurde.

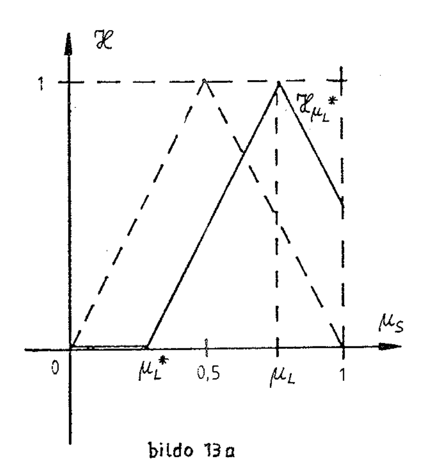
Wenn z.B. $I\mu_L{}^*(\mu_s) > \alpha > 0$ für ein zweckmäßiges α ist, ist die Korrektur einer aprioren Abschätzung des Lehrers "auf dem Niveau der Bedeutsamkeit α (s. die Bilder 12b, 13b, 14b) notwendig.



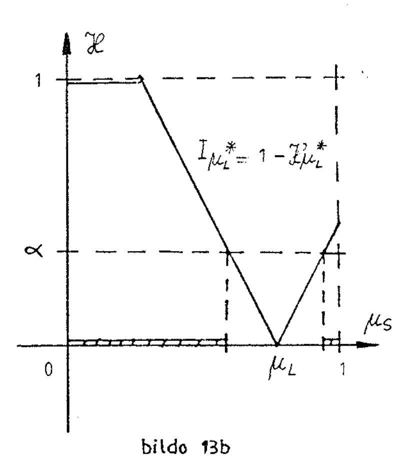
bildo 12a



bildo 12b

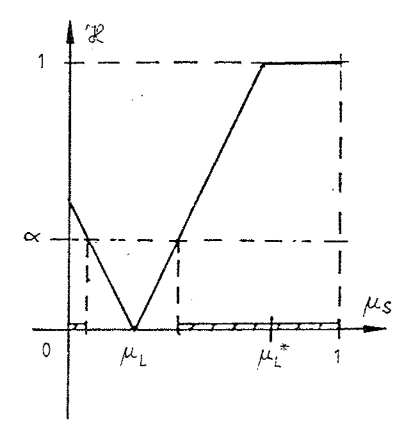


bildo 13a



bildo 13b

bildo 14a



bildo 14b

Schrifttum:

JONES, A.: Fuzzy Subsets in Didactic Processes, Fuzzy Sets Theory and Applications, 349-395, 1986 by Reidel Publishing Company
PÜLPÁN, Z.: Nektera informacni kriteria pro posouzeni homogennich skupin respondentu, Ceskoslovenska psychologie c. 5, roc. XXV, 1981, str. 440-451
PÜLPÁN, Z.: Nektere moznosti aplikace teorie fuzzy mnozin v psychologickem vyzkumu, Ceskoslovenska psychologie c. 1, roc. XXX, 1986, str. 68-79
PÜLPÁN, Z.: Zur Bestimmung des Schwierigkeitsgrades von Aufgaben mit Hilfe der semantischen Information, grkg/Humankybernetik, Band 29, Heft 4, 1988, s. 139-146

Eingegangen am 26. April 1990

Anschrift des Autors:
Doz. Dr. Z. Půlpán, CSc., Dukelska 789, CS-500 02 Hradec Králové I

Fuzzy-pragmatische Information (Knapptext)
In der Arbeit ist die fuzzy-pragmatische Entropie und darauf aufbauend die fuzzy-pragmatische Information definiert worden. Mittels der fuzzy-pragmatischen Information können wir die Information schätzen, die durch den Respondenten zur Entscheidung auf Grund der gegebenen Information ausgenützt wird.

Mitteilungen des Instituts für Kybernetik Berlin e.V.

Direktor: Prof.Dr.Uwe Lehnert

Freie Universität, ZI 7 - WE 3, Habelschwerdter Allee 45, D-1000 Berlin 33
Bankverbindungen: Konto Nr. 61 230 37500 bei der Berliner Bank, BLZ 100 200 00
und (als Unterkonto) bei der AIS Deutschland, Postgirokonto 2051-305 Hannover, BLZ 25010030
Redaktionelle Verantwortung: Prof.Dr.Uwe Lehnert

Redaktionsschluß: 27. August 1990

Patenschaften für Institutsmitgliedschaften

Im Gedenken an die bisherige geschäftsführende Schriftleiterin unserer viersprachigen Zeitschdrift grkg/Humankybernetik, ASci. Brigitte Frank-Böhringer, ging seit unserer Mitteilung in Heft 2/1990 dieser Zeitschrift noch eine weitere, großzügige Spende ein, für welche wir Herrn ADoc. Dr. Dan Maxwell (Utrecht, NL) sehr herzlich danken. Der gespendete Gesamtbetrag, der sich auf unserem Unterkonto bei der Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino befindet, hat sich damit gegenüber dem Stand vom 5.Juni 1990 auf 3.280,- DM erhöht. Darüber hinaus haben unsere Mitglieder OProf. Kurd Alsleben (Hamburg), ADoc. Dr.Helmut Angstl (München), Prof.Dr. Helmar Frank (Paderborn), Prof. Dr. Fabrizio Pennacchietti (Torino, I), Prof. Dr. Wolfgang Reitberger (Berlin), Prof. Dr. Karl Schick (Aachen) und Prof. Richard Schulz (Minden), die als Fördermitglieder der AIS unsere Zeitschdrift doppelt erhalten würden, ihr Zweitexemplar zur Verfügung gestellt. Auch ihnen allen möchten wir an dieseer Stelle nochmals herzlich danken.
Dem Spendenzweck entsprechend haben wir zunächst 28 interessierten Wissenschaftlern aus reformeuropäischen und wirtschaftlich vergleichbaren Ländern Patenschaften für eine zunächst zweijährige Institutsmitgliedschaft angeboten und begonnen, unsere Vierteljahreszeitschrift ab Heft 1 des laufenden 31. Jahrgangs ihnen ehrenhalber zuzusenden.
Die Gesamtspende erlaubt mehr Patenschaften als die erwähnten 28, oder diese für eine längere Zeit als für zunächst 2 Jahre. Gerne berücksichtigen wir daher noch weitere aus dem Kreis der Spender, Institutsmitglieder und Leser kommende Ergänzungsvorschläge. Die Gesamtliste der Institutsmitglieder mit heutigem Stand (einschließlich der bisher 28 über Patenschaften aufgenommenen) fügen wir wieder bei.
Das Institutsdirektorium.

Jahreshauptversammlung

Auf die Jahrshauptversammlung des IfK Berlin e.V. am 28. Oktober 1990, 19:30 Uhr in Berlin, Penta-Hotel, Nürnberger Straße (Raumauskunft: 030-210070, Apparat Prof.Dr.H.Frank) weisen wir nochmals hin. Die Tagesordnung (vgl. Heft 2/1990 der Grundlagenstudien, S. 91) muß leider um einen weiteren Tagesordnungspunkt ergänzt werden:

5. Beschluß über den Ausschluß von Mitgliedern.

Bitte prüfen Sie, ob Sie Mahnungen wegen noch nicht bezahlter Jahresbeiträge übersehen haben und kommen Sie gegebenenfalls dieser kleinen Verpflichtung vor dem 28.Oktober nach! Sollten Sie Fördermitglied der AIS oder Angehöriger ihres Internationalen Wissenschaftlerkreises (ISK) sein und damit über ein "servobonhavo" bei der AIS verfügen, dann ist es für Sie das einfachste, die AIS zu beauftragen, ab sofort jährlich Ihren Beitrag auf das "servobonhavo" der AIS zu überschreiben. Das Institut für Kyberneteik Berlin e.V. ist kollektives Fördermitglied der AIS.

Das Institutsdirektorium

Bärbel LIESKE, FU Berlin ZI7 WE3, Habelschwerdter Allee 45, D-1000 Berlin 33
LI Kedong, South District Nr. 9-603, South China Normal University CHN-Guangzhou (Kanton)
Dr.Francois LO JACOMO, 21 rue Juliette Dodu, F-75010 Paris
Dipl.-Päd. Günter LOBIN, Sylter Weg 11, D-4790 Paderborn
Prof.Dr.Hermann LODDENKEMPER, Scherferder Str. 31,D-4790 Paderborn
Mauricio LOTAR, Escola de Comunicacoes e Artes Universidade de Sao Paulo, BR-C.P.8191 Sao Paulo/Brasilien
Prof.Dr.Jannes M. MABESOONE, Rua Santo Elias 109 apt. 402, Esphinheiro, BR-50000 Recife
Prof.Jozo MAREVIC, Radicev odojak 30, YU-41410 Velka Gorica
Dr.Dan MAXWELL, BSO on. Wihelminalaan 3, Postbus 8348, NL-3503 RH Utrecht
Herbert MAYER, Intern.Esperanto-Museum der östrreich.Nationalbibl. Hoburg, Batthyanystiege, A-1010 Wien
Dr.Norbert MEDER, Simon-Meister-Str. 42, D-5000 Köln 60
Dr.Brigitte MEDER-KINDLER, Talleweg 55, 4790 Paderborn
STD Gerhard MÜLLER, Oberrodener Str. 31, D-6054 Rodgau
Prof.Dr.Vlademir MUZIC, Pedagogija-Filozof. Fakult., Svaska 77-P.F.167, YU-41000 Zagreb
Prof.Dr.Oton PANCER, Dom Lavoslav Švarc/Bukovackucesa 55, YU-41000 Zagreb
Dr.Ing.Peter PASTORS, Cracauer Str. 68, D-4150 Krefeld
Prof.Dr.Fabrizio A. PENNACCHIETTI, Via delle Rosine 10, I-10123 Torino
Prof.Dr.Eleonore PIETSCH, Ignatiusstr. 20, D-4409 Havixbeck 1
Prof.Dr.Kiril Petekov POPOV, Dospat 23, BG-1463 Sofia
Prof.Dr.Bozidar POPOVIC, Bulv.JNA 152/32, YU 11000 Beograd
Mag.Dr.QIAO, Yi, z.Zt. Sander-Bruch-Str. 111, 4790 Paderborn
Dr.Ing.QUYANG Wendao,Mo.11, Xiao-Fangjia Huton, Nan-Xiaojie, Chaoyangmen-nei, CHN-10010 Beijing/China
Prof.Dr.Gottfried RAHN, Am anonenwall 1, D-3000 Hannover 1
Prof.Dr.Wolfgang REITBERGER, Neudecker Weg 137, D-1000 Berlin 47
Olga ROHTMANN, Bibliothek f. sych.u.EW. SChloß EO 45-47, D-6800 Mannheim 1
Dipl.-Ing.Walter RUMPF, Augustenstr. 104 IV, D-8000 München 40
Alfred SABRITZER, Bibliothek der Univ.f.Bildungswiss. Universitätsstr. 65-67, A-9022 Klagenfurt
Prof.Dr.Rüdiger SACHS, Ernst-Metz-Str. 3, D-3440 Eschwege
Prof.Dr.M.H.SAHEB-ZAMANI, 46, Azarshahr/Iran-shar Shamali, IR-15-846 Teheran
Prof.Dr.Osvaldo SANGIORGI, Rua Mal Hastimphilo de Moura 338, Ed.Manaca, ap. 7-D, Portal de Morumbi, BR-05630 Sao Paulo
Prof.Dr.Karl SCHICK, Pommerotter Weg 14, D-5100 Aachen
Prof.Dr.Wolfgang SCHMID, Am Burgfried 10, D-2390 Flensburg
Richard SCHULZ, Marienstr. 38, D-4950 Minden
Dipl.-Päd.Walter SEIPP, Ben-Gurion-Ring 26, D-6000 Frankfurt 56
Mag.Kjell SELLIN, Olfert Fischergate 40, DK-1311 Kopenhagen
Prof.Dr.Herbert STACHOWIAK, Taubenweg 11, D-4790 Paderborn
Prof.Hans Otto STAMP, Calea Dumnbravii 23, Ro-2400 Sibiu/Hermannstadt
Dr.Joszef Istvan SZABO, Simonyl u. 5, H-4028 Debrecen
Hemmo TIETTI, Ainontie 3, SF-31400 Somero/Finnland
Prof.Dr.T.TYBLEWSKI, ul.Bartka Zwyciezcy 11/1, PL-58-500 Jelenia Gora
Dipl.-Phil.Madis LINNAMÄGI, Tähe 85-4, SU-202400 Tartu (Estonio)
Prof.Dr.Robert VALLEE, 2, rue de Vouille, F-75015 Paris
Prof.Dr.Dimiter VELKOW, 49, Moskovskastr., BG-1000 Sofia
Prof.Dr.Felix VON CUBE, Kirchstr. 15, D-6903 Necker-Gmünd
Heinrich VOSKAMP, Stemberg 3, D-4799 Borchen
Dr.Bernd WEBER, Arrach 2, D-8411 Falken-Stein
Prof.Dr.Lothar WEESER-KRELL, Herbramer Weg 9, D-4790 Paderborn
Prof.Dr.Klaus WELTNER, Schuhmannstr. 57, D-6000 Frankfurt
Prof.Dr.Karl WERRES, Heerdter Landstr. 115, D-4000 Düsseldorf 11
Frau WUNDERLE, Bayr.Staatsbibliothek, Erwerbsabteilung, Postfach 340150, D-8000 München 34
Ing.Milan ZVARA, Leninovo nabr. 33, CS-05801 Poprad

Offizielle Bekanntmachung

Prof.Kurd ALSLEBEN, Paulinenallee 58, D-2000 Hamburg 50
Dr.Helmut ANGSTL,Betschartstr. 14, D-8000 München
Dipl.-Psych.Tove BAK, Skellet 12, DK-Kolding
Dr.Vera BARANDOVSKA, Volgogradska 41, CS-47707 Ostrava 7
Hermann BEHRMANN, Grunigerstr. 5, D-4790 Paderborn
Dr.W.D.Ekkehard BINK, Wittenbergener Weg 61A, D-2000 Hamburg 56
STD Horst BLOCK, Daimlerstr. 15, D-6600 Saarbrücken
Prof.Dr. Ignat BOCIORT, Bd.Eroilor nr.7/D, R-1900 Timisoara
Prof.Dr. Mato BRCIC-KOSTIC, Trg.oktobarske revolucije 20, YU-24000 Subotica
Prof.Dr.Jozef BRODY, 5795 Sir Walter Scott Apt. 804, CDN-Montreal (Quebec)
Osmo BULLER, Pl 272, SF-90101 Oulu/Finnland
Prof.Dr.Juan Carlos CARENA, Rioja 3003, RA-2000 Rosario/Argentinien
Dr.Tazio CARLEVARO, Via Alberto di Sacco 6, CH-6500 Bellinzona
Prof.Ing.Aureliano CASALI, Istituto di Cibernetica, Via dei Cappuccini, I-47031 San Marino
Prof.Sylla CHAVES, Rua Barao de Itambi, 7ap. 802 Botafoga, BR-22231 Rio de Janeiro
Prof.CHEN Yuan, 36, Wanfujing Str., CHN-Beijing/China
Ranieri CLERICI, Via Coute Verde 66, I-00185 Roma
Prof.Dr.Emmanuel COMPANYS, 4, rue Paul Langevin, F-94120 Fontenay sous Bois
Prof.Francisco Carlos COUTO de MORAES, Rue Princesa Isabel 280 AP. 802, BR-96100 Pelotas (RS)
Wolfgang DINGES, Holzham 7, D-8156 Otterfing
Dipl.-Des. Arno P. DIRLEWANGER, Nordendstr. 23, D-6000 Frankfurt 1
Prof.Dr. Stojan Stoev DJOUDJEV, ul.Plovdivsko Poll, bl.15, Vhoud B.II/26, BG-1756 Sofia-Darvenitsa
Prof.Dr.Aleksandr DULLICENKO, Box 31, SU-202400 (Estonio) Tartu
Dr.Gerhard FABER, Gemündener Str. 25, D-6000 Frankfurt 70
Prof.Dr.Jose Luis FERRETTI, Juan B. usto 1427, RA-2000 Rosario/Argentinien
Dr.Rudolf-Josef FISCHER, Gustav-Adolf-Str. 2a, D-4418 Nordwalde
Geza FELSÖ, Peter-Pal u. 27, H-1221 Budapest
Prof.Dr.Helmar FRANK, Kleinenberger Weg 16, D-4790 Paderborn
Prof.Yukio FUKUDA, Nishi-Waseda 1-2-3 Shinjuku-ku, J-160 Tokio
Prof.Dr.Klaus-D. GRAF, Kurstr. 5, D-1000 Berlin 38
Dr.Günther GROGGER, Theordor-Koerner-Str. 151, A-8010 Graz
Prof.Dr. Jürgen GRZESIK, Astilbenstr. 20, D-5600 Wuppertal
Prof.Dr.Rul GUNZENHÄUSER, Manosquerstr. 41, D-7022 Leinfelden-Echterdingen
W.HAUKE, Sommerhalde 59, D-7737 Bad Dürrheim 3
Prof.Dr.Paul-Bernd HEINRICH, Wullenweberstr. 17a, D-4050 Mönchengladbach 1
Prof.Dr.Rene HIRSIG, Zürichbergstr. 43, CH-8044 Zürich
Ing.Lothar HOFFMANN, Immoorstr. 5, D-2811 Böcken
Susanne HOFFMANN, Hirschberger Str. 64, D-4780 Lippstadt
Dr.Alfred HOPPE, Aug.-Bier-Str. 20 D-5300 Bonn 1
Dr.Adolf HÜBENER, Markt 234, A-2880 Kirchberg/Wechsel
Dr.Alexis V. JDANKO, Faculty of Social Sciences, Mount Scopus, Jerusalem 91905 Israel
INSTITUT FÜR KYBERNETIK Berlin u.Paderborn GmbH., Kleinenberger Weg 16B, D-4790 Paderborn
Dr. Gerd JANSEN, Magdeburger Str. 50, D-2120 Lüneburg
Dr.Eugen JARMARK, Westring 109, D-4796 Salzkotten
Dr.Ing.Manfred KIEMLE, Im Dol 50, D-1000 Berlin 33
Matthias Varga KIBED, Neureutherstr. 35, D-8000 München 40
Prof.Luisa KOHEN, Araoz 27549 D, RA-1061 Buenos Aires
Dr.Zdenek KRECAN, Cajkovskeho 30, CSFR-130000 Prag 3
Klaus KRIPPENDORF, 4633 Ostage Avenue, USA-Philadelphia PA, 19143
Dr.Engelbert KRONTHALER, Bamberger Str. 58, D-1000 Berlin 30
Dr.Ulrich KUHNT, Max-Planck-Institut für biophys.Chemie, Postfach 968, D-3400 Göttingen-Nikolausberg
Dr.Sergej KUZNECOV, Gorkogo 19-62, SU-103050 Moskvo
Prof.Dr.Milos LANSKY, Dörener Weg 2, D-4790 Paderborn
Jiri LAUBE, Alej Rude Armady 811, CS-41301 Roudnice nad Labem
Prof.Dr.Uwe LEHNERT, FU Berlin ZI7 WE3, Habelschwerdter Allee 45, D-1000 Berlin 33
Dr.Siegfried LEHRL, Eichenweg 18, D-8520 Erlangen

Außerhalb der redaktionellen Verantwortung

Bildungskybernetische Fakultät gegründet

Die nach der Wende in Rumänien wiedergegründete Universität Sibiu/Hermannstadt wird ab 1.Oktober 1990 als erste Universität Europas eine bildungskybernetische Fakultät besitzen. Zunächst werden 30 Studierende zugelassen. Verschiedene Angehörige der Internationalen Akademie der Wissenschaften (AIS) San Marino, mit der zusammen ein Teil der Veranstaltungen durchgeführt werden soll, wurden bereits für das erste Semester zur Durchführung von Blockveranstaltungen eingeladen.

AIS-Studientagung in Hermannstadt verschoben

Eine erste rumänische Studientagung der AIS, die aus Anlaß der Eröffnung der bildungskybernetischen Fakultät der Universität Hermannstadt/Sibiu Ende September bis Anfang Oktober dort zur Planung vorgesehen war, wurde mangels ausreichender Planungszeit verschoben.

Beiträge für die Dezemberausgabe grkg/Humankybernetik

Redaktionsschluß für Band 31/Heft 4/ 1990 ist auf den 15. Nov. 1990 festgelegt worden. Wir bitten alle Autoren, ihre Beiträge möglichst auf Diskette (als Beilage zum Ausdruck) z.B. in Word Perfect, Word 4 oder einem anderen, in Ventura umgießbaren System spätestens bis zum 31.Okt. 1990 einzuschicken.

Redaktion grkg/Humankybernetik

Korrektur zum Heft 2/90 grkg/H:

Wir bedauern, daß uns in der letzten Ausgabe der grkg/Humankybernetik in Axel Ziemkes Beitrag: Zur Differenz der Begriffe, Strukturdeterminiertheit" und „operationale Geschlossenheit" ein sinnentstellender Fehler unterlaufen ist und bitten hiermit um Entschuldigung. In Gleichung (4) auf Seite 60 ist die Selbstrückbezüglichkeit von h_E nicht indiziert. Es muß heißen:

$$\lim_{n \to \infty} h_E^{(n)}(z, x) = h_E \text{ (mit Rückbezugspfeil)}$$

Die Redaktion

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang (ca. 36.000 Anschläge) können in der Regel nicht angenommen werden; bevorzugt werden Beiträge von maximal 8 Druckseiten Länge. Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 1982 regelmäßig auch Artikel in den drei Kongreßsprachen der Association Internationale de Cybernétique, also in Englisch, Französisch und Internacia Lingvo. Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen - verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b" usf.. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden nach dem Titel vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. - Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem Zusatz „a" etc.) zitiert werden. – Bilder (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) einschl. Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu numerieren und nur so zu erwähnen, nicht durch Wendungen wie „vgl. folgendes (nebenstehendes) Bild". – Bei Formeln sind die Variablen und die richtige Stellung kleiner Zusatzzeichen (z.B. Indices) zu kennzeichnen.
Ein Knapptext (500 - 1.500 Anschläge einschl. Titelübersetzung) ist in mindestens einer der drei anderen Sprachen der GrKG/Humankybernetik beizufügen.
Im Interesse erträglicher Redaktions- und Produktionskosten bei Wahrung einer guten typographischen und stilistischen Qualität ist von Fußnoten, unnötigen Wiederholungen von Variablensymbolen und übermäßig vielen oder typographisch unnötig komplizierten Formeln (soweit sie nicht als druckfertige Bilder geliefert werden) abzusehen, und die englische oder französische Sprache für Originalarbeiten in der Regel nur von „native speakers" dieser Sprachen zu benutzen.

Direktivoj por la pretigo de manuskriptoj

Artikoloj, kies amplekso superas 12 prespaĝojn (ĉ. 36.000 tajpsignojn) normale ne estas akceptataj; preferataj estas artikoloj maksimume 8 prespaĝojn ampleksaj. Krom germanlingvaj tekstoj aperadas de 1982 ankaŭ artikoloj en la tri kongreslingvoj de l'Association Internationale de Cybernétique, t.e. en la angla, franca kaj Internacia lingvoj.
La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo, en kazo de samjareco aldoninte „a", „b" ktp.. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De disaj publikaĵoj estu - poste - indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo), la loko kaj jaro de la apero, kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. – En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). – Bildojn (laŭeble presprete aldonendajn!) inkl. tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii ilin nur tiel, neniam per teksteroj kiel „vd. la jenan (apudan) bildon". – En formuloj bv. indiki la variablojn kaj la ĝustan pozicion de etliteraj aldonsignoj (ekz. indicoj).
Bv. aldoni resumon (500 –1.500 tajpsignojn inkluzive tradukon de la titolo) en unu el la tri aliaj lingvoj de GrKG/Humankybernetik.
Por ke la kostoj de la redaktado kaj produktado restu raciaj kaj tamen la revuo grafike kaj stile bonkvalita, piednotoj, nenecesaj ripetoj de simboloj por variabloj kaj tro abundaj, tipografie nenecese komplikaj formuloj (se ne temas pri prespretaj bildoj) estas evitendaj, kaj artikoloj en la angla aŭ franca lingvoj normale verkendaj de denaskaj parolantoj de tiuj ĉi lingvoj.

Regulations concerning the preparation of manuscripts

Articles occupying more than 12 printed pages (ca. 36,000 type-strokes) will not normally be accepted; a maximum of 8 printed pages is preferable. From 1982 onwards articles in the three working-languages of the Association Internationale de Cybernétique, namely English, French and Internacia Lingvo will appear in addition to those in German. Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors, (abbreviated if necessary, should be indicated. Works by a single author should be named along with place and year of publication and publisher if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. – Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). – Illustrations (fit for printing if possible) should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. They should be referred to as such in the text and not as, say, "the following figure". – Any variables or indices occuring in mathematical formulae should be properly indicated as such.
A resumee (500 – 1,500 type-strokes including translation of title) in at least one of the other languages of publication should also be submitted.
To keep editing and printing costs at a tolerable level while maintaining a suitable typographic quality, we request you to avoid footnotes, unnecessary repetition of variable-symbols or typographically complicated formulae (these may of course be submitted in a state suitable for printing). Non-native-speakers of English or French should, as far as possible, avoid submitting contributions in these two languages.

Forme des manuscrits

D'une manière générale, les manuscrits comportant plus de 12 pages imprimées (env. 36.000 frappes) ne peuvent être acceptés; la préférence va aux articles d'un maximum de 8 pages imprimées. En dehors de textes en langue allemande, des articles seront publiés régulièrement à partir de 1982, dans les trois langues de congrès de l'Association Internationale de Cybernétique, donc en anglais, français et Internacia Lingvo.
Les références litteraires doivent faire l'objet d'une bibliographie alphabétique en fin d'article. Plusieurs œuvres d'un même auteur peuvent être énumérées par ordre chronologique. Pour les ouvrages d'une même année, mentionnez "a", "b" etc. Les prénoms des auteurs sont à indiquer, au moins abrégés. En cas de publications indépendantes indiquez successivement le titre (eventuellement avec traduction au cas où il ne serait pas dans l'une des langues de cette revue), lieu et année de parution, si possible éditeur. En cas d'articles publiés dans une revue, mentionnez après le titre le nom de la revue, le volume/tome, pages et année. – Dans le texte lui-même, le nom de l'auteur et l'année de publication sont à citer par principe (eventuellement complétez par "a" etc.). – Les illustrations (si possible prêtes à l'impression) et tables doivent être numérotées selon "fig. 1" etc. et mentionées seulement sous cette forme (et non par "fig. suivante ou ci-contre").
En cas de formules, désignez les variables et la position adéquate par des petits signes supplémentaires (p. ex. indices).
Un résumé (500–1.500 frappes y compris traduction du titre est à joindre rédigé dans au moins une des trois autres langues de la grkg/Humankybernetik.
En vue de maintenir les frais de rédaction et de production dans une limite acceptable, tout en garantissant la qualité de typographie et de style, nous vous prions de vous abstenir de bas de pages, de répétitions inutiles de symboles de variables et de tout surcroît de formules compliquées (tant qu'il ne s'agit pas de figures prêtes à l'impression) et pour les ouvrages originaux en langue anglaise ou en langue française, recourir seulement au concours de natifs du pays.